

MUST

Journal of Mathematics Education, Science & Technology

Penerapan Model *Tournament Teams Strategy* (TTSt): Alternatif Inovasi Pembelajaran Secara Online

Muhammad Taufiq Syarifudin, Puji Lestari

Pemodelan Suku Bunga, Kurs, Impor dan Ekspor dengan Menggunakan VECM

Nina Valentika, Vivi Iswanti Nursyirwan, Muhamad Syazali, Irfani Azis, Syarif Abdullah

Teori Piaget dalam Pembelajaran Matematika

Marizka Aulia Fahma, Jayanti Putri Purwaningrum

Pendekatan Goal Programming untuk Rute Pengangkutan Sampah

Fatra Kuka, Muhammad Rifai Katili, Muhammad Rezky Friesta Payu

Improving the Competency of High School Teachers in Understanding and Designing Questions Based on Minimum Competency Assessment in Babat Lamongan District

Siti Maghfiroth Ulyah, Sediono, Elly Ana, Noviatu Sholihah, Khoirun Niswatin

Pengaruh Penerapan Metode Pembelajaran Permainan Kreatif dengan Media *Hanger Play* terhadap Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 11 Surabaya

Noor Riyadi Hidayat, Shoffan Shoffa, Himmatul Mursyidah, Iis Holisin

Analisis Hubungan Media Sosial dan Media Massa dalam Penyebaran Berita Hoaks berdasarkan *Structural Equation Modeling-Partial Least Square*

Christopher Andreas, Sakinah Priandi, Antonio Nikolas Manuel Bonar Simamora, M. Fariz Fadillah Mardianto

Keller-Box Scheme to Mixed Convection Flow Over a Solid Sphere with the Effect of MHD

Mohammad Ghani, Wayan Rumite

Pengukuran Diameter dan Kedalaman Kawah Bulan

Muhammad Hidayat, Leo Hermawan, Riskiyan Hadi, Hariyadi Putraga, Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar

Profil Berpikir Kritis Peserta Didik Ditinjau dari Gaya Kognitif dalam Memecahkan Masalah Matematika

Nathasa Pramudita Irianti, Rio Febrianto Arifendi, Elita Mega Selvia Wijaya

ISSN (online): 2541-4674

ISSN (cetak): 2541-6057



Penerapan Model *Tournament Teams Strategy* (TTSt): Alternatif Inovasi Pembelajaran Secara Online

Muhammad Taufiq Syarifudin, Puji Lestari

Pemodelan Suku Bunga, Kurs, Impor dan Ekspor dengan Menggunakan VECM

Nina Valentika, Vivi Iswanti Nursyirwan, Muhamad Syazali, Irfani Azis, Syarif Abdullah

Teori Piaget dalam Pembelajaran Matematika

Marizka Aulia Fahma, Jayanti Putri Purwaningrum

Pendekatan Goal Programming untuk Rute Pengangkutan Sampah

Fatra Kuka, Muhammad Rifai Katili, Muhammad Rezky Friesta Payu

Improving the Competency of High School Teachers in Understanding and Designing Questions Based on Minimum Competency Assessment in Babat Lamongan District

Siti Maghfirothul Ulyah, Sediono, Elly Ana, Noviatu Sholihah, Khoirun Niswatin

Pengaruh Penerapan Metode Pembelajaran Permainan Kreatif dengan Media *Hanger Play* terhadap Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 11 Surabaya

Noor Riyadi Hidayat, Shoffan Shoffa, Himmatul Mursyidah, Iis Holisin

Analisis Hubungan Media Sosial dan Media Massa dalam Penyebaran Berita Hoaks berdasarkan *Structural Equation Modeling-Partial Least Square*

Christopher Andreas, Sakinah Priandi, Antonio Nikolas Manuel Bonar Simamora, M. Fariz Fadillah Mardianto

Keller-Box Scheme to Mixed Convection Flow Over a Solid Sphere with the Effect of MHD

Mohammad Ghani, Wayan Rumite

Pengukuran Diameter dan Kedalaman Kawah Bulan

Muhammad Hidayat, Leo Hermawan, Riskiyan Hadi, Hariyadi Putraga, Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar

Profil Berpikir Kritis Peserta Didik Ditinjau dari Gaya Kognitif dalam Memecahkan Masalah Matematika

Nathasa Pramudita Irianti, Rio Febrianto Arifendi, Elita Mega Selvia Wijaya

Diterbitkan oleh:

UMSurabaya Publishing

Jl. Sutorejo 59 Surabaya

MUST

Journal of Mathematics, Education, Science and Technology

Ketua Editor

Himmatul Mursyidah (Universitas Muhammadiyah Surabaya)

Editor Bagian

Achmad Hidayatullah	(Universitas Muhammadiyah Surabaya)
Imamatul Ummah	(Universitas Hasyim Asy'ari)
Shoffan Shoffa	(Universitas Muhammadiyah Surabaya)
Silviana Maya Purwasih	(Universitas PGRI Adi Buana Surabaya)
Wahyuni Ningsih	(Politeknik Negeri Malang)
Wayan Rumite	(Universitas Lampung)

Mitra Bestari

Agus Prasetyo Kurniawan	(Universitas Islam Negeri Sunan Ampel)
Alfian Mucti	(Universitas Borneo Tarakan)
Erlin Ladyawati	(Universitas PGRI Adi Buana Surabaya)
Etriana Meirista	(Universitas Musamus Merauke)
Irma Fitria	(Institut Teknologi Kalimantan)
M. Fariz Fadillah Mardianto	(Universitas Airlangga)
Nailul Izzati	(Universitas Hasyim Asy'ari)
Nasruddin	(Universitas Sembilanbelas November Kolaka)
Syarif Abdullah	(Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)
Syarifuddin N. Kapita	(Universitas Khairun Ternate)
Wawan Hafid Syaifudin	(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
Yusvardi Yusuf	(Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Layout Editor

Sandha Soemantri (Universitas Muhammadiyah Surabaya)

Jurnal ini diterbitkan dua kali dalam satu tahun

UMSurabaya Publishing

Jl. Sutorejo 59, Surabaya

<http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/matematika>

Daftar Isi

Penerapan Model <i>Tournament Teams Strategy</i> (TTSt): Alternatif Inovasi Pembelajaran Secara Online Muhammad Taufiq Syarifudin, Puji Lestari	1
Pemodelan Suku Bunga, Kurs, Impor dan Ekspor dengan Menggunakan VECM Nina Valentika, Vivi Iswanti Nursyirwan, Muhamad Syazali, Irfani Azis, Syarif Abdullah	15
Teori Piaget dalam Pembelajaran Matematika Marizka Aulia Fahma, Jayanti Putri Purwaningrum	31
Pendekatan Goal Programming untuk Rute Pengangkutan Sampah Fatra Kuka, Muhammad Rifai Katili, Muhammad Rezky Friesta Payu	43
Improving the Competency of High School Teachers in Understanding and Designing Questions Based on Minimum Competency Assessment in Babat Lamongan District Siti Maghfiroatul Ulyah, Sediono, Elly Ana, Noviatu Sholihah, Khoirun Niswatin	55
Pengaruh Penerapan Metode Pembelajaran Permainan Kreatif dengan Media <i>Hanger Play</i> terhadap Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 11 Surabaya Noor Riyadi Hidayat, Shoffan Shoffa, Himmatul Mursyidah, Iis Holisin	65
Analisis Hubungan Media Sosial dan Media Massa dalam Penyebaran Berita Hoaks berdasarkan <i>Structural Equation Modeling-Partial Least Square</i> Christopher Andreas, Sakinah Priandi, Antonio Nikolas Manuel Bonar Simamora, M. Fariz Fadillah Mardianto	81
Keller-Box Scheme to Mixed Convection Flow Over a Solid Sphere with the Effect of MHD Mohammad Ghani, Wayan Rumite	97
Pengukuran Diameter dan Kedalaman Kawah Bulan Muhammad Hidayat, Leo Hermawan, Riskiyan Hadi, Hariyadi Putraga, Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar	121
Profil Berpikir Kritis Peserta Didik Ditinjau dari Gaya Kognitif dalam Memecahkan Masalah Matematika Nathasa Pramudita Irianti, Rio Febrianto Arifendi, Elita Mega Selvia Wijaya	133

PENERAPAN MODEL *TOURNAMENT TEAMS STRATEGY* (TTSt): ALTERNATIF INOVASI PEMBELAJARAN SECARA ONLINE

Muhammad Taufiq Syarifudin*¹, Puji Lestari²

^{1, 2}Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya

muhammadtaufiqsyarifudin@gmail.com*¹, pujilestari@unsil.ac.id²

**Corresponding Author*

Received 10 July 2020; revised 03 January 2021; accepted 04 March 2021.

ABSTRAK

Kondisi awal terjadinya pandemi Covid-19 banyak diperbincangkan, diantaranya dampaknya pada pembelajaran di sekolah. Perubahan pembelajaran yang semula sifatnya tatap langsung, bahkan tanpa melibatkan teknologi, kini berbanding terbalik yaitu harus melibatkan teknologi sebagai salah satu solusi memutus mata rantai penyebaran virus. Efektivitas pembelajaran daring masih saja dilakukan sebagai bentuk uji coba untuk melihat metode terbaik yang dapat dilakukan dengan memperhatikan lingkungan dan kondisi yang ada. Salah satu inovasi pembelajaran *online* yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan model *Tournament Teams Strategy* (TTSt) berbasis *whatsapp*. Model ini merupakan hasil kolaborasi dari tiga model pembelajaran yang telah dikenal sebelumnya yaitu *Student Team Achievement Division* (STAD), *Numbered Head Together* (NHT), dan *Teams Games Tournament* (TGT). Adapun tujuan penelitian ini yaitu mengetahui respon siswa mengenai efektivitas implementasi model TTSt dalam pembelajaran secara *online*, pada mata pelajaran Matematika materi Integral. Subjek merupakan siswa kelas XI pada salah satu Madrasah Aliyah Negeri di Kabupaten Tasikmalaya. Jenis penelitian yang digunakan adalah metode survei. Instrumen yang digunakan berupa soal tes dan angket. Dengan menggunakan analisis *gain* ternormalisasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan nilai siswa dengan interpretasi tinggi. Respon siswa terhadap model pembelajaran *Tournament Teams Strategy* (TTSt) memiliki interpretasi baik. Dengan demikian disimpulkan bahwa model pembelajaran TTSt dapat dijadikan salah satu alternatif model pembelajaran secara *online*.

Kata kunci: pembelajaran *online*, *Tournament Teams Strategy*, *whatsapp*.

ABSTRACT

The initial conditions for the Covid-19 pandemic were widely discussed, including the impact on learning in schools. Changes in learning that were initially face-to-face, even without

involving technology, are now inversely proportional to involving technology as a solution to break the chain of virus spread. Online learning's effectiveness is still being carried out as a form of trial to see the best method that can be used by paying attention to the existing environment and conditions. One of the online learning innovations used is to use the WhatsApp-based Tournament Teams Strategy (TTSt) model. This model is the result of the collaboration of three previously known learning models, namely the Student Team Achievement Division (STAD), Numbered Head Together (NHT), and the Teams Games Tournament (TGT). This study aims to determine student responses regarding the effectiveness of implementing the TTSt model in online learning on Integral subject Mathematics. The subject is a class XI student at one of the State Madrasah Aliyah in Tasikmalaya Regency. This type of research is the survey method. The instruments used were in the form of test questions and questionnaires. By using normalized gain analysis, the results showed an increase in student scores with high interpretation. Student responses to the Tournament Teams Strategy (TTSt) learning model have reasonable interpretations. Thus it is concluded that the TTSt learning model can be used as an alternative to online learning models.

Keywords: online learning, Tournament Teams Strategy, whatsapp.

PENDAHULUAN

Perubahan yang signifikan terjadi pada semua sektor yang disebabkan wabah penyakit covid-19 (Khasanah, Pramudibyanto, & Widuroyekti, 2020). Salah satu perubahan yang terjadi adalah di dunia pendidikan yang menuntut guru dan siswa untuk mampu beradaptasi dengan keadaan ini (Abidin, Rumansyah, & Arizona, 2020) yaitu dengan cara mengganti pembelajaran langsung menjadi pembelajaran jarak jauh (Firman & Rahayu, 2020). Begitu pula menurut Pakpahan & Fitriani (2020) yang menyarankan pembelajaran diganti menjadi pembelajaran jarak jauh yang bertujuan untuk mengurangi penyebaran wabah covid-19.

Inovasi dalam pembelajaran perlu mendapatkan perhatian khusus. Beberapa penelitian yang dapat menjadi alternatif pembelajaran di masa pandemi diantaranya pembelajaran menggunakan media *online* yang kemudian dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa (Mustakim, 2020), pemanfaatan *google classroom* dengan keunggulan mudah digunakan (Suhada, Kurniati, Pramadi, & Listiawati, 2020), penggunaan Power Point ditambah aplikasi *Visual Basic for Application* sehingga tampilan lebih atraktif dan interaktif (Pitriana, Rochman, Nasrudin, & Setya, 2020), penerapan model POE2WE berbasis *blended learning*

menggunakan *google classroom* yang dapat meningkatkan minat belajar siswa selama masa pandemi (Rusdiana, Sulhan, Arifin, & Kamaludin, 2020). Berdasarkan beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran secara *online* tidak kalah bersaing dengan pembelajaran secara konvensional.

Inovasi pada model pembelajaran dapat dilakukan dengan meramu kembali beberapa model lama menjadi sebuah model baru yang diharapkan dapat beradaptasi dan diterapkan pada pembelajaran jarak jauh. Misalnya pada penelitian ini meramu model *Student Team Achievement Division* (STAD), *Number Head Together* (NHT), dan *Team Games Tournament* (TGT). Model *Student Team Achievement Division* (STAD) memiliki keunggulan dalam pembagian kelompok yang heterogen sehingga siswa dapat saling membantu saat pembelajaran namun apabila kerjasama lemah maka akan tertinggal oleh kelompok lain (Wismayana, 2020). Model *Number Head Together* (NHT) memiliki keunggulan kesiapan tiap siswa lebih tinggi karena akan dipanggil oleh guru sesuai nomor di kepala namun memiliki kelemahan tidak semua siswa terpanggil (Pamungkas, 2020). Model *Team Games Tournament* (TGT) memiliki kelebihan yaitu terdapat sebuah turnamen sehingga lebih menyenangkan namun lemah dari segi pengelompokkan (Solihah, 2016). Dari ketiga model tersebut diramu menjadi model baru yaitu *Tournament Teams Strategy* (TTSt) dengan harapan dapat meningkatkan kelebihan dan mengurangi kelemahan dari ketiga model yang sudah ada tersebut.

Beberapa tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui respon siswa terhadap efektivitas implementasi model TTSt secara *online*, yaitu menggunakan aplikasi *whatsapp*. Model ini akan disandingkan dengan materi integral. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, model pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru-guru menjadi lebih bervariasi dan berkembang.

METODE PENELITIAN

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI pada salah satu Madrasah Aliyah Negeri di Kabupaten Tasikmalaya. Subjek dipilih sesuai indikator tertentu yaitu siswa yang mampu mengikuti pembelajaran sampai akhir berjumlah 6 orang. Model pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini

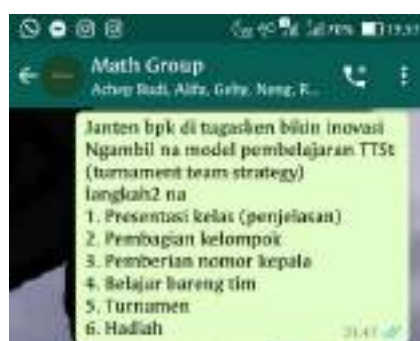
adalah model TTSt yaitu suatu model hasil modifikasi dari model-model sebelumnya yaitu STAD, NHT, dan TGT. Adapun langkah-langkah dari model TTSt yaitu presentasi kelas, pembentukan tim, *head together*, *numbering and tournament*, dan rekognisi tim. Model ini diimplementasikan menggunakan *whatsapp*. Data diperoleh dengan melakukan *pretest* dan *posttest*. Selanjutnya untuk melihat adanya perubahan setelah diberikan model pembelajaran, data dianalisis menggunakan *gain ternormalisasi*. Angket diberikan kepada siswa untuk melihat sikap siswa terhadap pembelajaran. Angket berupa *Google Form* yang kemudian dianalisis secara deskriptif. Setelah data dianalisis maka terdapat hasil yang dapat menunjukkan apakah model TTSt dapat menjadi alternatif inovasi pembelajaran secara *online* atau tidak.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Proses implementasi model TTSt dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Presentasi kelas

Guru menyampaikan langkah-langkah yang harus ditempuh siswa selama pembelajaran pada grup utama di *whatsapp* yaitu langkah yang sesuai dengan model TTSt dan materi yang akan dipelajari adalah materi integral tak-tentu. Penyampaian langkah-langkah seperti pada Gambar 1.

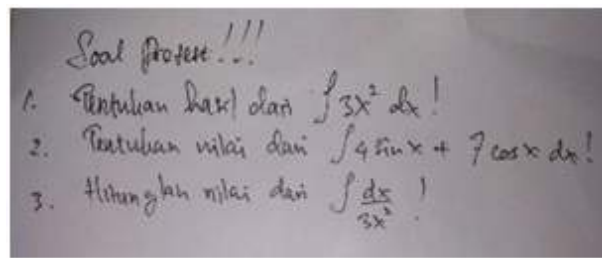


Gambar 1. Grup Kelas

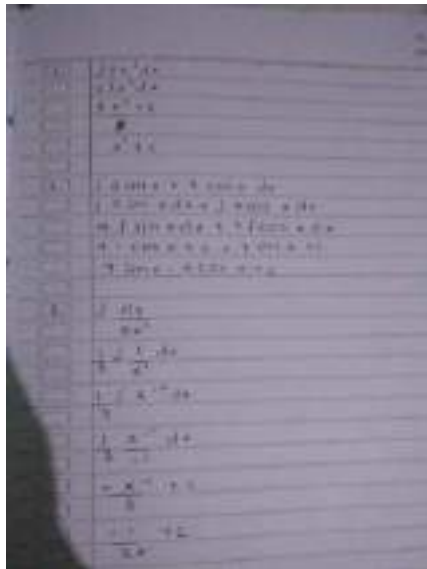
2. Tim

Pembentukan tim dengan cara melakukan *pretest* terlebih dahulu untuk mengurutkan peringkat siswa sehingga terbentuk tim yang heterogen. Soal dan hasil pengerjaan *pretest* diberikan pada Gambar 2-8.

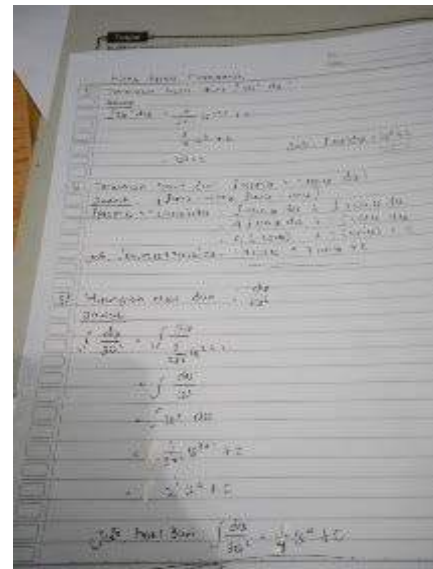
Penerapan Model Tournament Teams Strategy (TTSt): Alternatif Inovasi Pembelajaran Secara Online



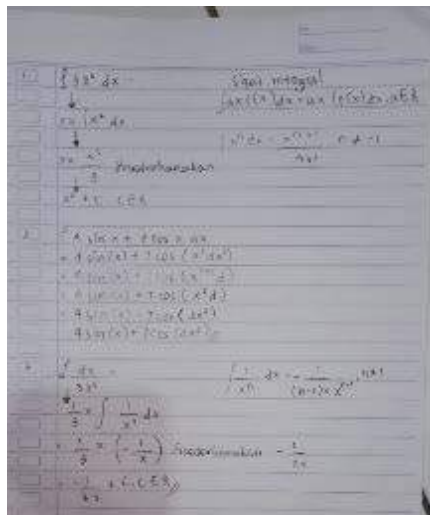
Gambar 2. Soal Pretest



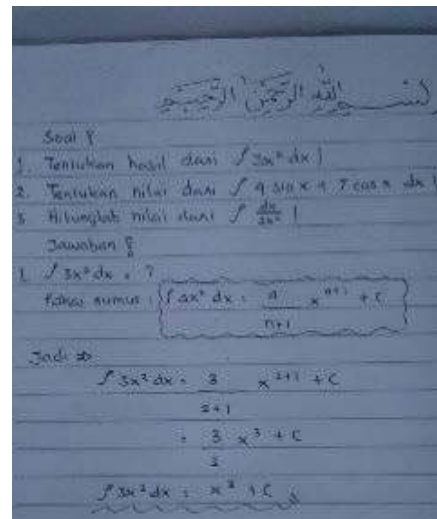
Gambar 3. Jawaban Pretest Geby



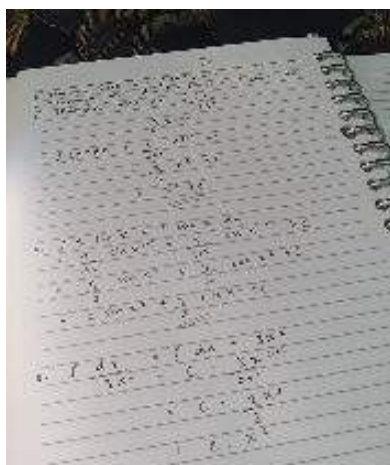
Gambar 4. Jawaban Pretest Elshie



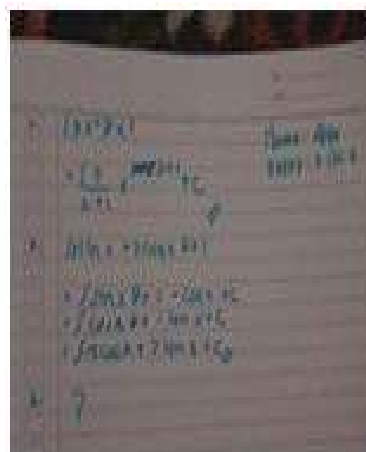
Gambar 5. Jawaban Pretest Salsa



Gambar 6. Jawaban Pretest Rizki



Gambar 7. Jawaban *Pretest* Sri



Gambar 8. Jawaban *Pretest* Alifa

Berdasarkan hasil *pretest*, maka susunan peringkat siswa adalah Geby, Elshie, Salsa, Rizki, Sri, dan Alifa sehingga tim yang terbentuk adalah sebagai berikut:

- a. Tim 1: Geby dan Alifa
- b. Tim 2: Elshie dan Sri
- c. Tim 3: Salsa dan Rizki
3. *Head together*

Proses pembelajaran dibuat forum grup baru dalam *whatsapp* sesuai dengan tim yang terbentuk. Guru masuk dalam forum grup tersebut dan membantu proses pembelajaran sehingga membantu siswa dalam memahami materi yang diberikan. Interaksi antar anggota tim, maupun antara anggota tim dengan guru dalam forum grup *whatsapp* diberikan pada Gambar 9-11.



Gambar 9. Grup *Whatsapp* Tim 1



Gambar 10. Grup *Whatsapp* Tim 2



Gambar 11. Grup Whatsapp Tim 3

4. *Numbering and tournament*

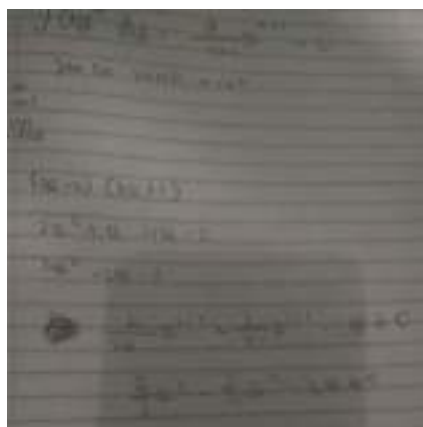
Turnamen terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

- a. Tahap kualifikasi, yaitu tahap pengambilan 2 tim terbaik. Guru memberikan soal dan siswa harus menjawab secara tim dengan cepat dan tepat sehingga tim yang lebih dahulu menjawab dapat masuk ke tahap berikutnya. Namun pada tahap ini Alifa sakit dan Geby kehilangan komunikasi sehingga tim 1 dinyatakan gugur. Soal tetap diberikan untuk mengetahui tim mana yang menjadi peringkat 1 sehingga harus memilih nomor kepala terlebih dahulu.

Soal kualifikasi yang diberikan sebagai berikut:

Tentukan integral dari $(x - 2)(2x + 1)!$

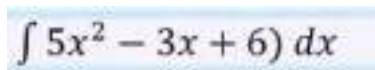
Elshie dari tim 2 menjawab lebih dahulu sehingga tim 2 harus memilih nomor kepala terlebih dahulu, tampak pada Gambar 12.



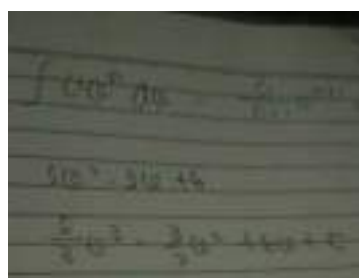
Gambar 12. Jawaban Soal Kualifikasi oleh Elshie dari Tim 2

Elshie pilih nomor 1 dan Sri nomor 2. Kemudian tim 3 harus memilih nomor kepala juga yang nantinya nomor kepala yang sama akan dipertandingkan. Di sinilah strategi pemilihan nomor kepala yang dilakukan oleh tim 3 yang harus memenangkan turnamen karena secara kualifikasi tim 2 lebih unggul dari tim 3. Salsa pilih nomor 1 dan Rizki pilih nomor 2.

- b. Tahap final, yaitu tahap dimana 2 tim terbaik dipertandingkan secara individu. Berdasarkan nomor kepala yang dipilih, berarti Elshie melawan Salasa dan Sri melawan Rizki. Soal terdiri dari 3 nomor dan setiap tim harus lebih dulu memperoleh 2 poin. Apabila skor 2-0 maka soal ketiga tidak diberikan, apabila skor 1-1 maka soal ketiga diberikan. Soal diberikan sedikit karena memperhatikan kondisi siswa yang sibuk dengan kegiatannya. Soal pertama diberikan untuk Elshie melawan Salsa dan ronde 1 dimenangkan oleh Elshie, sehingga 1 poin untuk tim 2. Soal dan jawaban tim pemenang diberikan pada Gambar 13 dan 14.

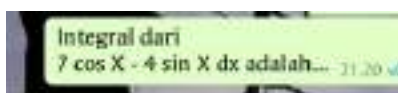

$$\int (5x^2 - 3x + 6) dx$$

Gambar 13. Soal Ronde 1

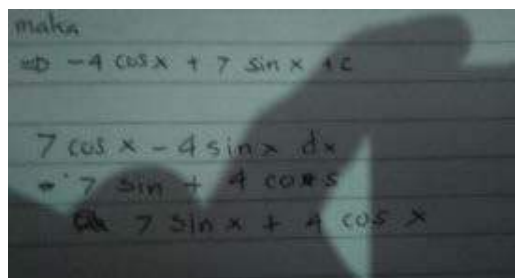

$$\int (5x^2 - 3x + 6) dx = \frac{5}{3}x^3 - \frac{3}{2}x^2 + 6x + C$$

Gambar 14. Jawaban Elshie di Ronde 1

Soal kedua diberikan untuk Sri melawan Rizki seperti Gambar 15. Ronde 2 dimenangkan oleh Rizki dengan jawaban pada Gambar 16, sehingga 1 poin untuk tim 3. Hal tersebut berarti skor menjadi 1-1.


$$\text{Integral dari } 7 \cos X - 4 \sin X \text{ dx adalah } \dots$$

Gambar 15. Soal Ronde 2

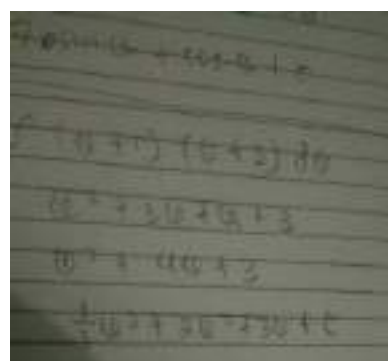

$$\int (7 \cos x - 4 \sin x) dx = 7 \sin x + 4 \cos x + C$$

Gambar 16. Jawaban Rizki di Ronde 2

Pada ronde 3, soal diberikan untuk dijawab secara berkelompok dengan cepat dan tepat. Ronde 3 dimenangkan oleh tim 2 karena Elshie kembali menjawab dengan cepat dan tepat. Jadi tim 2 yaitu Elshie dan Sri memenangkan turnamen. Soal dan jawaban pada ronde 3 seperti Gambar 17 dan 18.



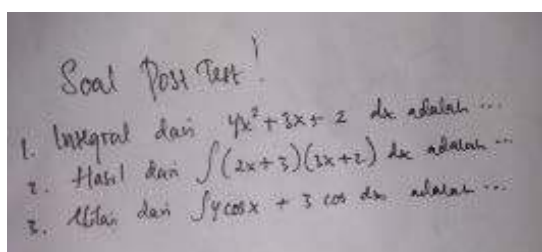
Gambar 17. Soal Ronde 3



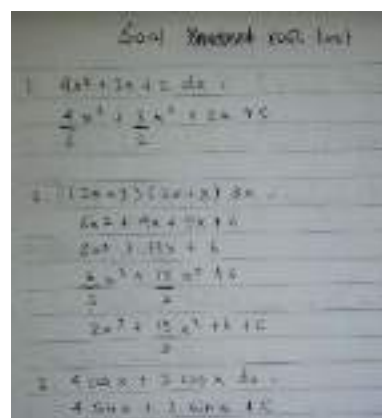
Gambar 18. Jawaban Tim 2 di Ronde 3

5. Rekognisi tim

Pada tahap ini dilakukan evaluasi, pemberian hadiah kepada pemenang sebagai bentuk untuk menumbuhkan motivasi dan semangat belajar, dan penyampaian ucapan terima kasih kepada semua siswa yang telah berkontribusi. Pada tahapan akhir penelitian dilakukan pemberian *posttest* dan angket kepada siswa untuk mengetahui perkembangan pemahaman dan respon siswa dari proses pembelajaran yang telah dilakukan. Soal *posttest* dan jawaban salah satu peserta diberikan pada Gambar 19 dan 20.



Gambar 19. Soal *Posttest*



Gambar 20. Jawaban *Posttest* Rizki

Jika dilakukan analisis hasil *pretest* dan *posttest* menggunakan *gain* ternormalisasi dengan rumus,

$$N - gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor prettest}}{\text{skor ideal} - \text{skor prettest}}$$

dan kriteria seperti Tabel 1,

Tabel 1. Kriteria *N-gain*

Kriteria	Interpretasi
$0,7 \leq N - gain$	Tinggi
$0,3 < N - gain < 0,7$	Sedang
$N - gain \leq 0,3$	Rendah

Sumber: (Lestari & Romdiani, 2018)

diperoleh hasil seperti pada Tabel 2.

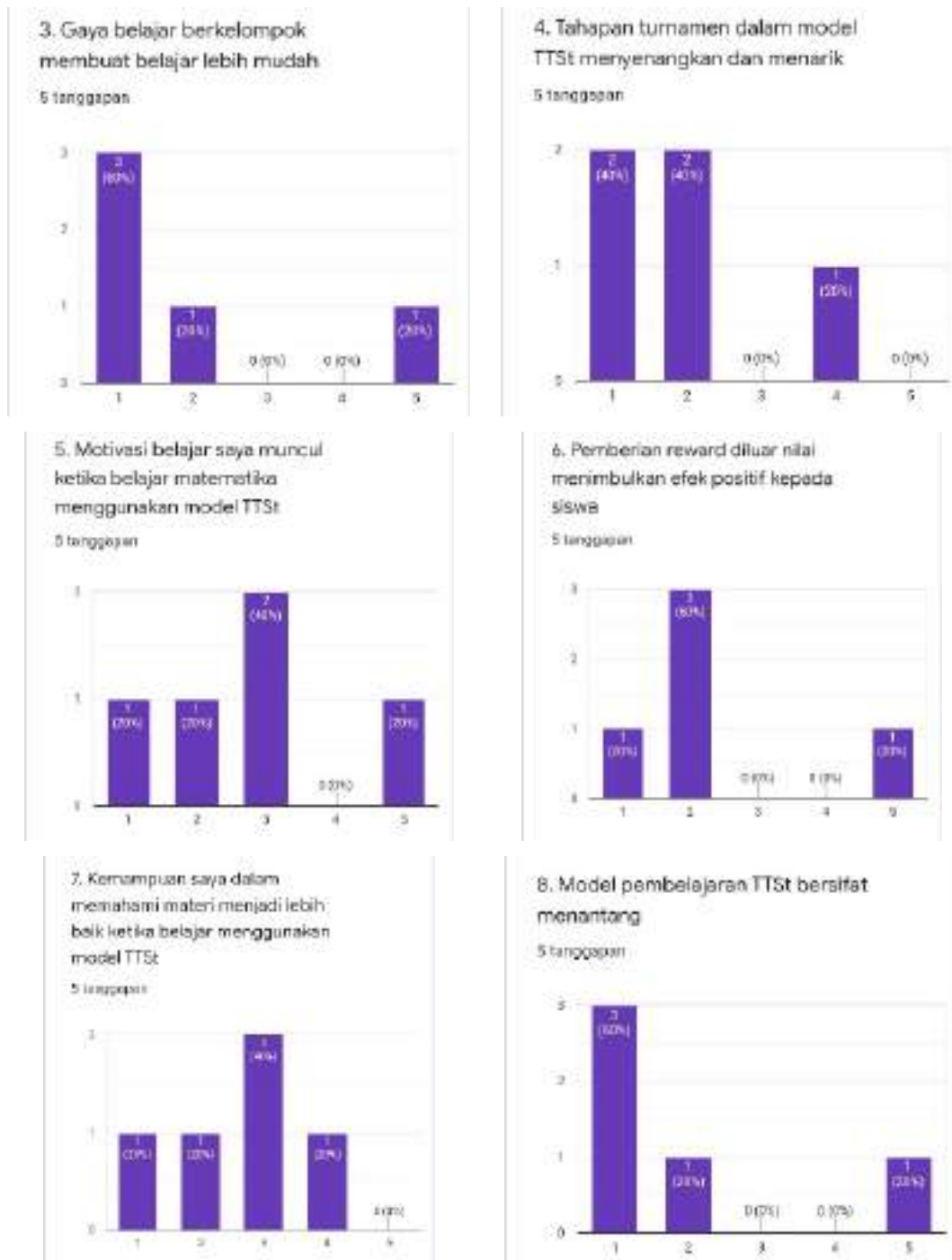
Tabel 2. Perhitungan *N-gain*

Nama	Skor <i>Pretest</i>	Skor <i>Posttest</i>	Skor ideal	<i>N-gain</i>	Kriteria
Elshie	2	3	3	1	Tinggi
Sri	1	3	3	1	Tinggi
Rizki	1	3	3	1	Tinggi
Salsa	2	3	3	1	Tinggi

Berdasarkan hasil perhitungan *N-gain*, seluruh siswa memiliki kriteria tinggi sehingga interpretasi model TTSt berdasarkan hasil tes adalah tinggi.

Adapun analisa respon siswa terhadap model TTSt dari hasil angket diberikan pada Gambar 21.





Gambar 21. Hasil Angket Respon Siswa terhadap Pelaksanaan Pembelajaran Matematika Menggunakan Model *Tournament Team Strategy* (TTSt)

Tabel 3. Interpretasi Skor Angket

Skor total	Interpretasi
$40 \leq \text{Skor total} < 72$	Sangat jelek
$72 \leq \text{Skor total} < 104$	Jelek

Skor total	Interpretasi
$104 \leq \text{Skor total} < 136$	Cukup
$136 \leq \text{Skor total} < 168$	Baik
$168 \leq \text{Skor total} < 200$	Sangat Baik

Apabila dilakukan analisis lebih lanjut dengan melakukan perhitungan, diperoleh

Skor maksimal = 200

Skor minimal = 40

Rentang = 160

Panjang kelas = 32

Skor total angket = 153

Dikarenakan skor total angket 153, maka dengan merujuk pada Tabel 3 didapatkan bahwa angket tersebut memiliki interpretasi baik sehingga Model *Tournament Team Strategy* (TTSt) layak untuk diimplementasikan. Berdasarkan hasil tersebut baik hasil tes maupun angket menunjukkan bahwa konsep yang dibuat sebelumnya yaitu meramu tiga model dapat meningkatkan kelebihan dan meminimalisir kekurangan model-model yang sudah ada tersebut.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model TTSt layak diterapkan pada pembelajaran matematika yang ditandai dengan peningkatan nilai siswa dengan interpretasi tinggi dan respon siswa dengan interpretasi baik. Dengan demikian, model TTSt ini dapat dijadikan model alternatif pada pembelajaran matematika baik secara *online* maupun *offline*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini khususnya kepada ibu/bapak dosen pascasarjana pendidikan matematika Universitas Siliwangi. Terima kasih juga kepada reviewer dan tim redaksi atas kritikan, saran, dan perbaikan yang diberikan. Sekali lagi kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak atas kerjasama dan dukungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Rumansyah, & Arizona, K. (2020). Pembelajaran online berbasis proyek salah satu solusi kegiatan belajar mengajar di tengah pandemi covid-19. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 64-70. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.111>.
- Firman, F., & Rahman, S. R. (2020). Pembelajaran online di tengah pandemi covid-19. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 2(2), 81-89. <https://doi.org/10.31605/ijes.v2i2.659>.
- Khasanah, D. R. A. U., Pramudibyanto, H., & Widuroyekti, B. (2020). Pendidikan dalam masa pandemi covid-19. *Jurnal Sinestesia*, 10(1), 41-48. Retrieved from <https://sinestesia.pustaka.my.id/journal/article/view/44>.
- Lestari, P. & Romdiani, N. S. (2018). The effectiveness of learning using card media to improve students' mathematical understanding ability. *Jurnal Gantang*, 3(1), 17-23. <https://doi.org/10.31629/jg.v3i1.304>.
- Mustakim. 2020. Efektivitas pembelajaran daring menggunakan media online selama pandemi covid-19 pada mata pelajaran matematika. *Al-asma: Journal of Islamic Education*, 2(1), 1-12. <https://doi.org/10.24252/asma.v2i1.13646>.
- Pakpahan, R., & Fitriani, Y. (2020). Analisa pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran jarak jauh di tengah pandemi virus corona covid-19. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 4(2), 30-36. Retrieved from <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisamar/article/view/181>.
- Pamungkas, S. T. (2020). *Pengaruh penerapan model pembelajaran cooperative learning tipe numbered head together (NHT) terhadap hasil belajar PAI siswa kelas VII di SMPN 2 Kalidawir Tulungagung tahun ajaran 2019/2020*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Tulungagung: IAIN Tulungagung. Retrieved from <http://repo.iain-tulungagung.ac.id/14706/>.
- Pitriana, P., Rochman, C., Nasrudin, D., & Setya, W. (2020). *Pembuatan media pembelajaran VBA power point yang menarik, interaktif dan ekonomis pada masa pembelajaran jarak jauh*. Karya Tulis Ilmiah Dosen. Tidak dipublikasikan. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati. Retrieved from <http://digilib.uinsgd.ac.id/id/eprint/30695>.
- Rusdiana, A., Sulhan, M., Arifin, I. Z., & Kamaludin, U. A. (2020). *Penerapan model POE2WE berbasis blended learning google classroom pada pembelajaran masa WFH pandemic covid-19*. Working Paper. Tidak dipublikasikan. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati. Retrieved from <http://digilib.uinsgd.ac.id/30490/>.
- Solihah, A. (2016). Pengaruh model pembelajaran teams games tournament (TGT) terhadap hasil belajar matematika. *Jurnal SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 1(1), 45-53. <http://dx.doi.org/10.30998/sap.v1i1.1010>.
- Suhada, I., Kurniati, T., Pramadi, A., & Listiawati, M. (2020). *Pembelajaran daring berbasis google classroom mahasiswa pendidikan biologi pada masa wabah covid-19*. Working Paper. Tidak dipublikasikan. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati. Retrieved from <http://digilib.uinsgd.ac.id/30584/>.
- Wismayana, I. M. W. D. (2020). *Pengaruh media pembelajaran kahoot! dengan model student team achievement division (STAD) terhadap hasil belajar*

Muhammad Taufiq Syarifudin, Puji Lestari

teknologi informasi dan komunikasi siswa kelas X SMA negeri 1 Tejakula.
Skripsi. Tidak dipublikasikan. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
Retrieved from <https://repo.undiksha.ac.id/1415/>.

PEMODELAN SUKU BUNGA, KURS, IMPOR DAN EKSPOR DENGAN MENGUNAKAN VECM

Nina Valentika*¹, Vivi Iswanti Nursyirwan², Muhamad Syazali³, Irfani Azis⁴,
Syarif Abdullah⁵

^{1, 2, 4}Universitas Pamulang,

³Universitas Pertahanan Indonesia

⁵Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

dosen02339@unpam.ac.id*¹, dosen02226@unpam.ac.id²,

muhamad.syazali@idu.ac.id³, dosen02639@unpam.ac.id⁴,

abdullahsyarifayis@gmail.com⁵

*Corresponding Author

Received 25 August 2020; revised 26 March 2021; accepted 14 April 2021.

ABSTRAK

Penelitian ini memodelkan variabel tingkat suku bunga, kurs rupiah, jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor. Analisis metode *Vector Error Correction Model* (VECM) yang digunakan dalam penelitian ini untuk memodelkan variabel tingkat suku bunga, kurs rupiah, jumlah nilai impor dan jumlah nilai ekspor. Model untuk variabel ekspor, impor, suku bunga dan kurs dalam penelitian ini adalah VECM dengan lag 2, menggunakan *trend deterministic* dengan asumsi *none intercept no trend*, dan terdapat 1 kointegrasi. Dengan menggunakan MAPE, diperoleh bahwa model penelitian VECM tersebut sangat baik untuk meramalkan ekspor, kurs dan impor, sedangkan model penelitian VECM tersebut dikatakan layak untuk meramalkan tingkat suku bunga.

Kata kunci: ekspor, impor, kurs, suku bunga, VECM.

ABSTRACT

This study model the variable interest rate, rupiah exchange rate, total import value, and total export value. Analysis of the *Vector Error Correction Model* (VECM) method used in this study to model the variables of interest rates, rupiah exchange rates, total import values, and total export values. The model for the variables of exports, imports, interest rates, and exchange rates in this study is VECM with a lag of 2, using a deterministic trend assuming none intercept no trend, and there is 1 cointegration. By using MAPE, it is found that the VECM research model is very good for predicting exports, exchange rates, and imports, while the VECM research model is said to be feasible for predicting interest rates.

Keywords: export, import, exchange rate, interest rate, VECM.

PENDAHULUAN

Analisis dalam ilmu ekonomi yang menjelaskan gambaran keseluruhan tentang kegiatan ekonomi disebut teori makroekonomi (Tandelilin 2010). Variabel makroekonomi diantaranya adalah jumlah nilai ekspor, jumlah nilai impor, tingkat suku bunga, dan kurs rupiah. Perekonomian yang semakin terbuka disebabkan arus globalisasi dan liberalisasi menimbulkan kekhawatiran bagi suatu negara. Hal ini disebabkan arus globalisasi dan liberalisasi juga dapat membawa konsekuensi pada fundamental perekonomian suatu negara. Ketidakmampuan negara dalam menjaga fundamental perekonomian akan membawa dampak ketidakstabilan ekonomi makro suatu negara (Mukhlis, 2013). Mengejar pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkelanjutan merupakan salah satu perhatian bagi suatu negara, terlebih bagi negara berkembang dalam mencapai target perkembangan ekonominya (Karabou, 2017).

Harga merupakan acuan dalam suatu perdagangan internasional. Setiap negara dalam menunjukan harga diperlukan mata uang yang harus menyesuaikan dengan mata uang negara lain atau negara partner. Kurs memainkan peran penting dalam perdagangan internasional. Menurut Chou (2000) bahwa kondisi naik turunnya nilai tukar menunjukkan besarnya volatilitas, dimana volatilitas yang semakin besar menunjukan pergerakan kurs semakin besar yaitu terjadinya apresiasi/depresiasi. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh faktor ekonomi maupun non ekonomi baik domestic maupun luar negeri. Faktor-faktor tersebut berupa juga faktor fundamental, faktor teknis dan faktor sentimen pasar.

Ekspor adalah pembelian negara lain ke atas barang buatan perusahaan-perusahaan di dalam negeri (Tandelilin, 2010). Penjualan barang/jasa dari daerah pabean menurut ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku disebut ekspor (Tambun, Palar, & Rompas, 2014). Barang impor adalah barang yang dibeli dari luar negeri (Tandelilin, 2010). Impor adalah tindakan membawa barang atau komoditas dari satu negara ke negara lain secara sah berdasarkan ketentuan hukum perdagangan internasional. Hal penting dalam perdagangan internasional untuk memenuhi kebutuhan rakyat adalah kegiatan impor (Benny, 2013).

Suku bunga yang berlebihan mempengaruhi nilai sekarang dari arus kas perusahaan, sehingga peluang investasi tidak lagi menarik. Suku bunga yang tinggi juga menaikkan biaya modal yang harus dibayarkan oleh perusahaan. Tingkat pengembalian yang disyaratkan investor dari suatu investasi akan menaikkan disebabkan oleh tingkat bunga yang berlebihan. Sinyal negatif terhadap harga saham adalah tingkat bunga berlebihan. Persyaratan atas investasi pada suatu saham adalah tingkat suku bunga. Investor menarik investasinya pada saham dan memindahkannya pada investasi berupa tabungan atau deposito disebabkan oleh tingkat suku bunga yang menaik (Tandelilin, 2010).

Nilai tukar atau kurs adalah banyaknya mata uang lokal yang diperlukan, yaitu jumlah Rupiah yang diperlukan untuk mendapatkan satu unit mata uang asing (Sukirno, 2010). Sinyal positif bagi perekonomian yang mengalami inflasi adalah naiknya nilai tukar rupiah terhadap mata uang asing. Peningkatan nilai tukar rupiah terhadap mata uang asing mengakibatkan penurunan biaya impor bahan baku untuk produksi dan tingkat suku bunga yang berlaku (Tandelilin, 2010). Kurs rupiah terhadap US\$ adalah salah satu indikator makroekonomi dalam penyusunan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Kurs rupiah saling terkait dengan indikator makro lain. Kurs dipengaruhi oleh ekspor, impor dan inflasi (Sukirno, 2010).

Ekspor, impor, dan inflasi terhadap kurs rupiah diteliti oleh Silitonga, dkk (2017). Regresi linear berganda digunakan dalam Silitonga, dkk (2017). Ekspor dan impor berpengaruh negatif dan signifikan terhadap variabel kurs rupiah atas US\$ serta inflasi tidak signifikan terhadap variabel kurs rupiah atas US\$ ditemukan oleh Silitonga, dkk (2017). Salah satu penelitian terkait peramalan lain adalah Vlandari dan Parwitasari (2018). Vlandari dan Parwitasari (2018) memprediksi tinggi muka air sungai bengawan solo. Penelitian Catalbas (2016) menggunakan *Variance Decomposition*, *Granger Causality* dan *Analisis Impulse-Response*. Nilai tukar nominal, impor, dan ekspor di Turki menggunakan data tiga bulanan diteliti oleh Catalbas (2016). *Variance decomposition*, *Granger Causality* dan *Analisis Impulse-Response* digunakan dalam Catalbas (2016). Nilai tukar tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ekspor, impor, dan neraca

perdagangan, dan langkah-langkah pembatasan impor berdampak buruk pada ekspor oleh Catalbas (2016).

Catalbas (2016) dimodifikasi dengan menambahkan variabel suku bunga. Penelitian ini menggunakan *Vector Autoregression* (VAR), *Vector Autoregression in difference form* (VARD) atau *Vector Error Correction Model* (VECM) untuk menguji hubungan antarvariabel. Sehingga, penelitian ini memodelkan variabel suku bunga, kurs, impor dan ekspor.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan analisis data sekunder. Periode data bulanan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Januari 2009 sampai dengan Desember 2019. Pada penelitian ini ada 4 variabel yaitu: jumlah nilai ekspor, jumlah nilai impor, tingkat suku bunga, dan kurs rupiah. Jenis dan sumber data pada penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang bersumber dari publikasi laman resmi dari Bank Indonesia (BI) dan Badan Pusat Statistik (BPS).

Pendekatan kajian dalam penelitian ini menggunakan pengujian secara statistik dengan menggunakan *software R*. Langkah penelitian ini adalah

1. Melihat pergerakan data bulanan nilai ekspor, jumlah nilai impor, suku bunga dan kurs rupiah.
2. Periksa kestasioneran data dengan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).
3. Pemilihan lag yang bernilai *Schwarz Information Criterion* (SIC) terkecil.
4. Jika data stasioner, modelnya adalah VAR dengan ordo p . Jika data tidak stasioner, uji kointegrasi Johansen. Jika rank kointegrasi (r) = 0, maka digunakan model VAR ordo p dengan pembedaan. Tetapi jika $r > 0$, maka model yang digunakan adalah model VECM ordo p rank r .
5. Estimasi parameter pada model VAR(p), VARD(p) atau VECM.
6. Menguji diagnostik model.
7. Melakukan peramalan dan mengevaluasi dengan memperhatikan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Stasioneritas Data

Data tidak stasioner termasuk ke dalam salah satu masalah data deret waktu. Sehingga diperlukan tes formal untuk memeriksa apakah data itu stasioner atau tidak. Penelitian ini menggunakan uji ADF. Hasil tes data stasioner pada level dengan taraf nyata 5% disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Tes Data Stasioner pada Level

Variabel	t-Statistic	Titik kritis MacKinnon 5% level	Hasil
Impor	-2.507625	-3.448021	Tidak Stasioner
Ekspor	-3.948239	-3.444756	Stasioner*
Kurs	-4.196178	-3.444756	Stasioner*
Tingkat Suku Bunga	-2.189573	-3.445030	Tidak Stasioner

*stasioner pada level dengan taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh bahwa, variabel ekspor dan kurs yang stasioner pada level dengan taraf nyata 5%. Hasil tes data stasioner pada *first difference* pada tingkat nyata 5% disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Tes Data Stasioner pada *First Difference*

Variabel	t-Statistic	Titik kritis MacKinnon 5% level	Hasil
Impor	-2.443620	-3.448021	Tidak Stasioner
Ekspor	-11.86077	-3.445030	Stasioner*
Kurs	-8.789074	-3.444756	Stasioner*
Tingkat Suku Bunga	-7.061221	-3.444756	Stasioner*

*stasioner pada *first difference* dengan taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 2, variabel ekspor, kurs dan tingkat suku bunga stasioner pada *first difference* dengan taraf nyata 5%. Hasil tes data stasioner pada *second difference* pada tingkat nyata 5% disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Tes Data Stasioner pada *Second Difference*

Variabel	t-Statistic	Titik kritis	Hasil
		MacKinnon 5% level	
Impor	-6.864874	-3.448681	Stasioner*
Ekspor	-7.114187	-3.448021	Stasioner*
Kurs	-14.27714	-3.445308	Stasioner*
Tingkat Suku Bunga	-17.44473	-3.445030	Stasioner*

*stasioner pada *second difference* dengan taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh bahwa semua variabel stasioner pada *second difference* dengan taraf nyata 5%.

Lag Optimum

Sistem VAR yang stasioner mendapatkan lag maksimum. Lag maksimum yang didapatkan adalah 15. Lag optimum penelitian ini adalah lag bernilai *Schwarz Information Criterion* (SIC) terkecil. Pencarian lag optimum disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pencarian Lag Optimum

Lag	SIC
0	-16.30926
1	-17.38638
2	-17.77844*
3	-17.66412
4	-17.51190
5	-17.16920
6	-16.76981
7	-16.27555
8	-15.94780
9	-15.57072
10	-15.12787
11	-15.06187
12	-14.65547

Lag	SIC
13	-14.23512
14	-13.86040
15	-13.50336

* mengindikasikan urutan orde dipilih berdasarkan kriteria SIC

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai SIC terkecil pada lag 2. Akibatnya, penelitian ini menggunakan lag 2.

Uji Kointegrasi

Pemilihan asumsi *trend deterministic* ditentukan sebelum pengujian kointegrasi. Hasil pemilihan asumsi *trend deterministic* untuk model disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penentuan Asumsi *Trend Deterministic*

<i>None</i>	<i>None</i>	<i>Linear</i>	<i>Linear</i>	<i>Quadratic</i>
<i>No Intercept</i>	<i>Intercept</i>	<i>Intercept</i>	<i>Intercept</i>	<i>Intercept</i>
<i>No Trend</i>	<i>No Trend</i>	<i>No Trend</i>	<i>Trend</i>	<i>Trend</i>
-19.32327*	-19.32327*	-19.21704	-19.21704	-19.10412
-19.19668	-19.19730	-19.12814	-19.09275	-18.98811
-18.97162	-18.98002	-18.94162	-18.88216	-18.81205
-18.70325	-18.70846	-18.70305	-18.64974	-18.61319
-18.40188	-18.40213	-18.40213	-18.37165	-18.37165

*asumsi yang dipilih berdasarkan SIC

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh bahwa SIC disarankan menggunakan *trend deterministic* dengan asumsi *none no intercept no trend* dan asumsi *none intercept no trend*. Penelitian ini menggunakan *trend deterministic* asumsi *none intercept no trend* karena model yang dihasilkan memiliki nilai *adjusted R-squared* terbesar. Pengujian kointegrasi dilakukan dengan menggunakan uji kointegrasi Johansen. Pengujian kointegrasi yang berdasarkan pada uji *Trace*. Hasil pengujian kointegrasi johansen disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kointegrasi Johansen

<i>Hypothesized</i>		<i>Trace</i>		
<i>No. of CE(s)</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Statistic</i>	<i>Critical Value</i>	<i>Probability</i>
<i>None</i>	0.191907	56.12504	54.07904	0.0325
<i>At most 1</i>	0.114657	28.63790	35.19275	0.2139
<i>At most 2</i>	0.065272	12.92832	20.26184	0.3696
<i>At most 3</i>	0.032190	4.220804	9.164546	0.3802

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh bahwa *trace test* menunjukkan adanya 1 kointegrasi yang signifikan pada taraf nyata 5%.

Model VECM

Model antar variabel dalam penelitian ini adalah VECM dengan lag 2, menggunakan *trend deterministic* dengan asumsi *none intercept no trend*, dan terdapat 1 kointegrasi. VECM antar variabel makroekonomi memiliki 4 model yang masing-masing variabel sebagai variabel dependen. Berdasarkan Breusch Pagan-Godfrey, diperoleh bahwa semua model memiliki ragam sisaan homogen pada taraf nyata 1%. Berdasarkan *Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test*, diperoleh bahwa semua model tidak ada auto korelasi atau korelasi serial antara sisaan. VECM dengan ekspor sebagai variabel target sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \Delta \text{EKSPOR}_t = & -0.176172 * (\text{IMPOR}_{t-1} + 5.038902 * \text{SUKUBUNGA}_{t-1} \\
 & - 0.118940 * \text{EKSPOR}_{t-1} + 0.200943 * \text{KURS}_{t-1} \\
 & - 22.72637) + 0.147217 * \Delta \text{IMPOR}_{t-1} - 0.109966 \\
 & * \Delta \text{IMPOR}_{t-2} - 2.537816 * \Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-1} + 0.626386 \\
 & * \Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-2} - 0.805750 * \Delta \text{EKSPOR}_{t-1} \\
 & - 0.058151 * \Delta \text{EKSPOR}_{t-2} + 0.433074 * \Delta \text{KURS}_{t-1} \\
 & - 0.368241 * \Delta \text{KURS}_{t-2}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Tabel 7 adalah hasil estimasi VECM ekspor sebagai variabel target.

Tabel 7. Hasil Estimasi VECM Ekspor sebagai Variabel Target

Variabel	Keofisien
Persamaan koinegrasi	-0.176172*
$\Delta \text{IMPOR}_{t-1}$	0.147217

Variabel	Keofisien
$\Delta IMPOR_{t-2}$	-0.109966
$\Delta SUKUBUNGA_{t-1}$	-2.537816
$\Delta SUKUBUNGA_{t-2}$	0.626386
$\Delta EKSPOR_{t-1}$	-0.805750*
$\Delta EKSPOR_{t-2}$	-0.058151
$\Delta KURS_{t-1}$	0.433074
$\Delta KURS_{t-2}$	-0.368241

*signifikan secara statistik pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 7, diperoleh bahwa koefisien pada persamaan kointegrasi bernilai negatif (-0.176172) dan signifikan pada taraf nyata 5%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan keseimbangan jangka panjang peubah-peubah yang terdapat pada persamaan kointegrasi terhadap perubahan ekspor yaitu impor, suku bunga, ekspor, dan kurs yang masing-masing satu periode sebelumnya. Berdasarkan Tabel 7, diperoleh pula bahwa perubahan ekspor dua periode sebelumnya memengaruhi perubahan ekspor pada taraf nyata 5%.

VECM dengan impor sebagai variabel target adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta IMPOR_t = & -0.205847 * (IMPOR_{t-1} + 5.03890200201 * SUKUBUNGA_{t-1} \\ & - 0.11893953632 * EKSPOR_{t-1} + 0.200943164966 \\ & * KURS_{t-1} - 22.7263676435) - 0.483336 * \Delta IMPOR_{t-1} \\ & - 0.515311 * \Delta IMPOR_{t-2} - 2.007673 * \Delta SUKUBUNGA_{t-1} \\ & + 0.647520 * \Delta SUKUBUNGA_{t-2} - 0.192656 * \Delta EKSPOR_{t-1} \\ & + 0.303051 * \Delta EKSPOR_{t-2} + 0.280308 * \Delta KURS_{t-1} \\ & - 0.421764 * \Delta KURS_{t-2} \end{aligned}$$

Tabel 8 adalah hasil estimasi VECM impor sebagai variabel target.

Tabel 8. Hasil Estimasi VECM Impor sebagai Variabel Target

Variabel	Keofisien
Persamaan kointegrasi	-0.205847*
$\Delta IMPOR_{t-1}$	-0.483336*
$\Delta IMPOR_{t-2}$	-0.515311*

Variabel	Keofisien
$\Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-1}$	-2.007673
$\Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-2}$	0.647520
$\Delta \text{EKSPOR}_{t-1}$	-0.192656
$\Delta \text{EKSPOR}_{t-2}$	0.303051
ΔKURS_{t-1}	0.280308
ΔKURS_{t-2}	-0.421764

*signifikan secara statistik pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh bahwa koefisien pada persamaan kointegrasi bernilai negatif (-0.205847) dan signifikan pada taraf nyata 5%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan keseimbangan jangka panjang peubah-peubah yang terdapat pada persamaan kointegrasi terhadap perubahan ekspor yaitu impor, suku bunga, ekspor, dan kurs yang masing-masing satu periode sebelumnya. Berdasarkan Tabel 8, diperoleh pula bahwa perubahan impor satu periode sebelumnya memengaruhi perubahan ekspor pada taraf nyata 5%. Perubahan impor dua periode sebelumnya memengaruhi perubahan ekspor pada taraf nyata 5%.

VECM dengan kurs sebagai variabel target sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta \text{KURS}_t = & 0.028009 * (\text{IMPOR}_{t-1} + 5.03890200201 * \text{SUKUBUNGA}_{t-1} \\ & - 0.11893953632 * \text{EKSPOR}_{t-1} + 0.200943164966 \\ & * \text{KURS}_{t-1} - 22.7263676435) - 0.018661 * \Delta \text{IMPOR}_{t-1} \\ & - 0.006657 * \Delta \text{IMPOR}_{t-2} + 1.699985 * \Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-1} \\ & + 0.713112 * \Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-2} - 0.008644 * \Delta \text{EKSPOR}_{t-1} \\ & + 0.006110 * \Delta \text{EKSPOR}_{t-2} + 0.228487 * \Delta \text{KURS}_{t-1} \\ & - 0.198896 * \Delta \text{KURS}_{t-2} \end{aligned}$$

Tabel 9 adalah hasil estimasi VECM kurs sebagai variabel target.

Tabel 9. Hasil Estimasi VECM Kurs sebagai Variabel Target

Variabel	Keofisien
Persamaan koinegrasi	0.028009*
$\Delta \text{IMPOR}_{t-1}$	-0.018661
$\Delta \text{IMPOR}_{t-2}$	-0.006657

Variabel	Keofisien
$\Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-1}$	1.699985
$\Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-2}$	0.713112
$\Delta \text{EKSPOR}_{t-1}$	-0.008644
$\Delta \text{EKSPOR}_{t-2}$	0.006110
ΔKURS_{t-1}	0.228487*
ΔKURS_{t-2}	-0.198896*

*signifikan secara statistik pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 9, diperoleh bahwa koefisien pada persamaan kointegrasi bernilai positif (0.028009) dan signifikan pada taraf nyata 5%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan keseimbangan jangka panjang peubah-peubah yang terdapat pada persamaan kointegrasi terhadap perubahan kurs yaitu impor, suku bunga, ekspor, dan kurs yang masing-masing satu periode sebelumnya. Berdasarkan Tabel 9, diperoleh pula bahwa perubahan kurs satu periode sebelumnya mempengaruhi perubahan kurs pada taraf nyata 5%. Perubahan kurs dua periode sebelumnya memengaruhi perubahan kurs pada taraf nyata 5%.

VECM dengan tingkat suku bunga sebagai variabel target sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta \text{SUKUBUNGA}_t = & 0.001567 * (\text{IMPOR}_{t-1} + 5.03890200201 * \text{SUKUBUNGA}_{t-1} \\ & - 0.11893953632 * \text{EKSPOR}_{t-1} + 0.200943164966 * \text{KURS}_{t-1} \\ & - 22.7263676435) + 0.001648 * \Delta \text{IMPOR}_{t-1} + 0.001304 \\ & * \Delta \text{IMPOR}_{t-2} + 0.373697 * \Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-1} + 0.147944 \\ & * \Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-2} + 0.003874 * \Delta \text{EKSPOR}_{t-1} + 0.001116 \\ & * \Delta \text{EKSPOR}_{t-2} + 0.002987 * \Delta \text{KURS}_{t-1} + 0.000928 * \Delta \text{KURS}_{t-2} \end{aligned}$$

Tabel 10 adalah hasil estimasi VECM suku bunga sebagai variabel target.

Tabel 10. Hasil Estimasi VECM Suku Bunga sebagai Variabel Target

Variabel	Keofisien
Persamaan koinegrasi	0.001567
$\Delta \text{IMPOR}_{t-1}$	0.001648
$\Delta \text{IMPOR}_{t-2}$	0.001304
$\Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-1}$	0.373697*

Variabel	Keofisien
$\Delta \text{SUKUBUNGA}_{t-2}$	0.147944
$\Delta \text{EKSPOR}_{t-1}$	0.003874
$\Delta \text{EKSPOR}_{t-2}$	0.001116
ΔKURS_{t-1}	0.002987
ΔKURS_{t-2}	0.000928

*signifikan secara statistik pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 10, diperoleh bahwa koefisien pada persamaan kointegrasi tidak signifikan pada taraf nyata 5%. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungankeseimbangan jangka panjang peubah-peubah yang terdapat pada persamaan kointegrasi terhadap perubahan suku bunga yaitu impor, suku bunga, ekspor, dan kurs yang masing-masing satu periode sebelumnya. Berdasarkan Tabel 10, diperoleh pula bahwa perubahan suku bunga satu periode sebelumnya memengaruhi perubahan suku bunga pada taraf nyata 5%.

Persamaan kointegrasi (*model long-run*) sebagai berikut:

$$ect_{t-1} = 1.0000impor_{t-1} + 5.038902sukubunga_{t-1} - 0.118940ekspor_{t-1} + 0.200943kurs_{t-1} - 22.72637 \quad (6)$$

Hasil estimasi VECM untuk hubungan keseimbangan jangka panjang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Estimasi VECM untuk Hubungan Keseimbangan Jangka Panjang

Variabel	Koefisien	t-statistics
$impor_{t-1}$	1.0000	
$sukubunga_{t-1}$	5.038902	1.67704
$ekspor_{t-1}$	-0.118940	-0.52134
$kurs_{t-1}$	0.200943	1.22429
Konstanta	-22.72637*	-3.69814

* signifikan secara statistik pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 11 diperoleh bahwa tidak ada variabel yang berpengaruh terhadap impor dalam jangka panjang. Adapun *forecasting* model untuk meramalkan ekspor disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. *Forecasting* Model untuk Meramalkan Ekspor

Bulan	Hasil Peramalan	Hasil Analitik
Januari 2020	23.51543	23.33569
Februari 2020	23.51543	23.3667
Maret 2020	23.51544	23.3672
April 20	23.51544	23.2217
Mei 2020	23.51544	23.0779
Juni 2020	23.51544	23.2108

Berdasarkan Tabel 12, model penelitian untuk meramalkan ekspor memiliki MAPE sebesar 1.08%. Berdasarkan Maricar (2019), MAPE yang kurang dari 10%, kemampuan model sangat baik. Sehingga, model penelitian ini sangat baik untuk meramalkan ekspor. Adapun *forecasting* model untuk meramalkan kurs disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. *Forecasting* Model untuk Meramalkan Kurs

Bulan	Hasil Peramalan	Hasil Analitik
Januari 2020	9.061141	9.5275
Februari 2020	9.061141	9.53069
Maret 2020	9.06114	9.62869
April 2020	9.06114	9.67202
Mei 2020	9.06114	9.60953
Juni 2020	9.061139	9.560712

Berdasarkan Tabel 13, model penelitian untuk meramalkan kurs memiliki MAPE sebesar 5,49%. Berdasarkan Maricar (2019), kemampuan model penelitian ini sangat baik untuk meramalkan kurs. Adapun *forecasting* model untuk meramalkan tingkat suku bunga disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. *Forecasting* Model untuk Meramalkan Tingkat Suku Bunga

Bulan	Hasil Peramalan	Hasil Analitik
Januari 2020	0.057603	0.05
Februari 2020	0.057603	0.0475
Maret 2020	0.057603	0.045

Bulan	Hasil Peramalan	Hasil Analitik
April 2020	0.057603	0.045
Mei 2020	0.057602	0.045
Juni 2020	0.057602	0.0425

Berdasarkan Tabel 14, model penelitian untuk meramalkan tingkat suku bunga memiliki MAPE sebesar 26%. Berdasarkan Maricar (2019), jika *range* MAPE diantara 20% hingga 50%, kemampuan model peramalan layak. Sehingga, kemampuan model penelitian ini layak untuk meramalkan tingkat suku bunga. Adapun *forecasting* model untuk meramalkan impor disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. *Forecasting* Model untuk Meramalkan Impor

Bulan	Hasil Peramalan	Hasil Analitik
Januari 2020	23.41224	23.38133
Februari 2020	23.41224	23.1698
Maret 2020	23.41224	23.3149
April 2020	23.41224	23.2518
Mei 2020	23.41225	22.8565
Juni 2020	23.41225	23.0995

Berdasarkan Tabel 15, model penelitian untuk meramalkan impor memiliki MAPE sebesar 1,01%. Berdasarkan Maricar (2019), kemampuan model penelitian ini sangat baik untuk meramalkan impor.

SIMPULAN

Simpulan penelitian ini adalah model untuk variabel ekspor, impor, suku bunga dan kurs adalah VECM dengan lag 2, menggunakan *trend deterministic* dengan asumsi *none intercept no trend*, dan terdapat 1 kointegrasi. Dengan menggunakan MAPE, diperoleh bahwa model penelitian VECM tersebut sangat baik untuk meramalkan ekspor, kurs dan impor, sedangkan model penelitian VECM tersebut dikatakan layak untuk meramalkan tingkat suku bunga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *reviewer* atas kritik dan saran untuk peningkatan kualitas artikel ini, dan kepada tim redaksi atas perbaikan pada tampilan artikel ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan sampai diterbitkannya artikel ini, yaitu Program Studi Matematika Universitas Pamulang, Program Studi S-1 Akuntansi Universitas Pamulang, Program Studi Matematika Universitas Pertahanan Indonesia, Program Studi Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Bank Indonesia, dan Badan Pusat Statistik yang telah bersedia menjalin kerjasama dan memberikan fasilitas sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Benny, J. (2013). Ekspor dan impor pengaruhnya terhadap posisi cadangan devisa di Indonesia. *Jurnal EMBA*, 1(4), 1406-1415.
- Catalbas N. (2016). The relationship among nominal exchange rate, import, and export in Turkey for the period 1988:1 to 2015:3. *International Research Journal of Applied Finance*, 7(4), 11-25.
- Chou, W. L. (2000). Exchange rate variability and China's export. *Journal of Comparative Economics*, 28(1), 61-79.
<https://doi.org/10.1006/jcec.1999.1625>.
- Karabou, E. F. (2017). Exports and economic growth in Togo. *Journal of Economics and International Finance*, 9(3), 19-29.
<https://doi.org/10.5897/JEIF2017.0832>.
- Maricar, M. A. (2019). Analisa perbandingan nilai akurasi *moving average* dan *exponential smoothing* untuk sistem peramalan pendapatan pada perusahaan xyz. *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, 13(2), 36-45.
- Mukhlis, I. (2013). Analisis volatilitas nilai tukar mata uang rupiah terhadap dolar. *Journal of Indonesia Applied Economics*, 5(2), 172-182.
- Silitonga, R. B. R., Ishak, Z., & Mukhlis. (2017). Pengaruh ekspor, impor, dan inflasi terhadap nilai tukar rupiah di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 15(1), 53-39.
- Sukirno, S. (2010). Makro ekonomi teori pengantar. Edisi ke-tiga. Jakarta: Rajawali Pers.
- Tambun, N., Palar, S., & Rompas, W. (2014). Analisis struktur dan kinerja ekspor komoditas pertanian pasca krisis ekonomi di Sulawesi Utara. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisien*, 14(3), 82-93.
- Tandelilin, E. (2010). Portofolio dan investasi teori dan aplikasi. Yogyakarta: Kanisius.
- Vulandari R. T., & Parwitasari T. A. (2018). Perbandingan model AR(1), ARMA(1), dan ARIMA(1,1,1) pada prediksi tinggi muka air sungai bengawan Solo pada pos pemantauan jurug. *MUST: Journal of*

Nina Valentika, Vivi Iswanti Nursyirwan, Muhamad Syazali, Irfani Azis, Syarif Abdullah

Mathematics Education, Science and Technology, 3(1), 46-56.
<http://dx.doi.org/10.30651/must.v3i1.1620>.

TEORI PIAGET DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Marizka Aulia Fahma^{*1}, Jayanti Putri Purwaningrum²

^{1, 2}Universitas Muria Kudus

marizkaauliafahma@gmail.com^{*1}, jayanti.putri@umk.ac.id²

^{*}Corresponding Author

Received 31 December 2020; revised 12 May 2021; accepted 27 May 2021.

ABSTRAK

Tujuan penyusunan artikel tentang teori Piaget dalam pembelajaran matematika adalah untuk menambahkan wawasan dalam pembelajaran matematika terkait pentingnya pemahaman konsep. Misalnya dalam memahami materi operasi penjumlahan, lebih baik siswa tidak hanya mengetahui tentang operasi penjumlahan saja, namun siswa dapat mengetahui konsep awal dari menentukan hasil operasi penjumlahan. Perkembangan zaman dan teknologi membuat banyak siswa tergantung pada penggunaan alat bantu hitung seperti kalkulator, sehingga siswa cenderung malas untuk memecahkan masalah dengan menggunakan rumus ataupun menggunakan alat peraga. Siswa tidak terlalu menyukai materi matematika karena bagi siswa matematika adalah ilmu hafalan dan sulit bagi mereka untuk menyelesaikan permasalahan matematika. Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel ini adalah studi literatur mengenai teori Piaget dan pembelajaran materi operasi penjumlahan. Piaget mengatakan bahwa guru matematika harus mengetahui perkembangan kognitif terhadap anak. Tingkat perkembangan intelektual yang dilakukan oleh setiap individu yaitu tingkat sensasi-motor (0-1 tahun), pra-operasional (2-7 tahun), operasional konkret (7-11 tahun), dan operasional formal (11 tahun ke atas). Hasil dari studi literatur diperoleh bahwa teori piaget yang diterapkan dalam pembelajaran matematika pada materi operasi penjumlahan dengan menggunakan alat peraga mampu mengasah kreativitas, pola pikir siswa, dan meningkatkan keaktifan siswa kelas satu SD.

Kata kunci: operasi penjumlahan, pembelajaran matematika, teori Piaget.

ABSTRACT

The purpose of making articles on Piaget's theory in mathematics learning is to add insight into mathematics learning regarding the importance of understanding concepts. For example, in understanding the material of addition operations, it is better for students not only to know about addition operations, but students can know the initial concept of determining the results of addition operations. The development of times and technology makes many students

depend on the use of calculating tools such as calculators, so that students tend to be lazy to solve problems using formulas or using teaching aids. Students do not really like mathematics material because for students mathematics is a science of memorization and it is difficult for them to solve math problems. The method used in the preparation of this article is a literature study on Piaget's theory and learning material addition operations. Piaget said that mathematics teachers must know the cognitive development of children. The level of intellectual development carried out by each individual is the motor-sensory level (0-1 years), pre-operational (2-7 years), concrete operations (7-11 years), and formal operations (11 years and over). The results of the literature study showed that Piaget's theory which is applied in mathematics learning in addition operation material using teaching aids is able to hone creativity, students' thinking patterns, and increase the activeness of first grade elementary school students.

Keywords: addition operations, mathematics learning, Piaget's theory.

PENDAHULUAN

Belajar merupakan hal sangat penting bagi semua orang, pemerintah Indonesia sudah mengeluarkan PP tentang pemerintah daerah yang dapat meningkatkan jenjang pada program wajib belajar hingga 12 tahun (Hasanah & Jabar, 2017). Anak dinyatakan berhasil dalam belajar tergantung pada prosesnya. Metode belajar dapat dilakukan baik dengan cara belajar mandiri atau kelompok, belajar di rumah atau di sekolah, belajar dengan bapak/ibu guru atau dengan bimbingan orang tua, dan proses belajar bisa lebih baik tergantung pada kemauan anak untuk berusaha menjadi lebih baik. Untuk menjadikan anak dapat berperilaku dan berinteraksi dengan masyarakat sekitar secara baik, dibutuhkan kemampuan komunikasi yang baik. Hal tersebut dapat diperoleh dengan belajar. Oleh karena itu, belajar memang selalu berkaitan dengan tingkah laku dan kepribadian seorang anak (Ibda, 2015).

Guru sangat berperan di dunia pendidikan dalam pencapaian tujuan pembelajaran yang diharapkan. Tugas guru adalah memberikan layanan kepada peserta didik dalam mencapai tujuan belajar dengan baik agar peserta didik bisa memanfaatkan waktu dalam pembelajaran dengan baik (Sopian, 2016). Oleh karena itu, untuk menciptakan suasana belajar yang lebih aktif tidak berpusat pada guru (*student dominated class*), menciptakan suasana menyenangkan dalam belajar sehingga siswa tidak bosan dengan materi yang disampaikan guru di kelas,

maka perlu diterapkan metode belajar yang tepat bagi siswa. Kenyataannya, masih banyak ditemui guru menyampaikan materi dengan cara konvensional dalam pembelajaran matematika. Guru cenderung lebih berperan aktif dalam proses pembelajaran dibandingkan siswa (Biantoro, Kristanti, & Mursyidah, 2020). Hal tersebut membuat siswa tergantung pada guru dalam menghimpun informasi terkait materi pembelajaran sehingga dapat memperlambat perkembangan aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif siswa. Siswa juga menjadi tidak terbiasa berpikir kreatif dan kritis. Kebanyakan siswa pada saat pemecahan masalah masih merasa bingung sehingga diharapkan siswa bertanya, namun terkadang siswa juga merasa kesulitan untuk bertanya. Padahal belajar seharusnya tidak hanya dipandang sebagai proses memberikan atau menyalurkan pengetahuan yang dimiliki oleh guru kepada siswa, namun ada timbal balik sehingga siswa juga harus berperan aktif.

Pengetahuan matematika meliputi kemampuan memecahkan masalah, kemampuan bernalar, konsep, algoritma, keterkaitan antar konsep, dan dapat mengkomunikasikan ide serta gagasan. Tertera dalam Permendiknas No 22 tahun 2006 bahwa tugas utama guru matematika adalah membimbing dalam menemukan cara memecahkan masalah yang mungkin sulit bagi siswa, serta membimbing siswa tentang cara belajar yang benar sehingga dengan hal tersebut siswa dapat menggunakannya di masa akan datang (Manullang, 2014). Oleh karena itu, tujuan pembelajaran jangka panjang yaitu untuk menciptakan kompetensi para siswa, jika sudah lulus dari sekolah yang sudah ditempuh dan dapat mengembangkan serta memecahkan permasalahan yang akan muncul di kemudian hari.

Salah satu tantangan besar guru matematika adalah dalam memberikan pemahaman dasar yaitu tentang materi penjumlahan pada siswa kelas 1 Sekolah Dasar (SD). Penjumlahan adalah operasi dasar yang harus dapat dipahami dengan baik oleh siswa sejak kelas 1 SD. Namun kenyataannya, masih banyak dijumpai siswa yang kesulitan melakukan operasi penjumlahan meskipun sudah berada di kelas lebih tinggi (Sutrisno, 2015). Kesulitan siswa dalam menemukan hasil masalah penjumlahan disebabkan perbedaan pola pikir yang dimiliki masing-masing siswa. Ada kalanya siswa lebih cepat memahami materi yang diajarkan

oleh guru, namun ada juga siswa yang sulit untuk menangkap materi yang diajarkan tersebut. Untuk itu, dibutuhkan metode pembelajaran yang tepat dalam menciptakan suasana pembelajaran yang lebih aktif bagi semua siswa.

Berdasarkan permasalahan yang ada, diperlukan metode pembelajaran matematika materi penjumlahan dengan menggunakan alat peraga yang dapat menjadikan siswa lebih aktif dibandingkan guru, yaitu dengan mengembangkan pemahaman konsep, potensi, dan penalaran berpikir kritis terhadap siswa. Oleh karena itu, disusun artikel tentang penerapan teori Piaget dalam pembelajaran matematika untuk menemukan konsep penjumlahan menggunakan alat peraga bagi siswa kelas 1 SD.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah studi literatur. Penelitian studi literatur atau studi kepustakaan adalah penelitian dengan menghimpun data dan informasi dari berbagai sumber komperhensif seperti buku, artikel ilmiah dengan kredibilitas tinggi, dan karya-karya ilmiah terdahulu lain. Metode studi literatur dapat digunakan untuk menyusun kerangka sebuah penyelesaian ketika menghadapi sebuah permasalahan, serta dapat digunakan sebagai landasan untuk menemukan teori baru (Rizkita & Supriyanto, 2020).

Dalam penelitian mengenai teori Piaget pada pembelajaran matematika materi pejumlahan bagi siswa kelas 1 SD dengan bantuan alat peraga, dihimpun teori-teori serta data-data penelitian terdahulu yang relevan bersumber dari artikel di jurnal ilmiah sebagai sumber primer dan buku-buku. Dengan ini diharapkan diperoleh hasil yang dapat dipertanggungjawabkan sebagai solusi dan referensi bagi permasalahan yang ada.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Piaget lahir di Neuhatel, Swiss, pada tanggal 9 agustus 1989. Ayahnya bernama Arthur Piaget yaitu seorang profesor pada abad pertengahan dengan spesialis ahli sejarah. Sedangkan ibunya bernama Rebecca Jackon yang memiliki sifat takwa, intelegent, dan dinamis. Piaget tertarik dengan alam pada saat beranjak muda, dan gemar mengamati binatang-binatang. Dengan hal tersebut

Piaget sangat tertarik pada pelajaran biologi di sekolah sebab dia menyukai alam bebas. Pada saat usia 10 tahun, Piaget sudah berkarya dengan karya pertama yang diterbitkan dalam majalah ilmu pengetahuan alam tentang burung pipit albino. Pada saat berusia 15 tahun, Piaget ditawarkan sebagai kurator moluska yang bertempat di museum ilmu pengetahuan alam di Geneva karena Piaget sudah mulai belajar dan menerbitkan seri karangan tentang moluska dengan sangat bagus saat itu. Tawaran tersebut Piaget tolak sebab dia harus menyelesaikan sekolah terlebih dahulu. Setelah lulus sekolah menengah, Piaget melanjutkan ke Universitas Neuchatel. Pada saat itu, Piaget giat menulis dan belajar yang mengakibatkan dia sering sakit-sakitan dan mengharuskan cuti selama setahun ke pegunungan untuk kembali memulihkan diri. Piaget menuliskan filsafat saat kembali ke Neuchatel.

Pada usia 21 tahun, Piaget mendapat gelar *doctoral* (Ph.D) dalam geologi dan menaruh perhatian pada epistemologi (cabang filsafat tentang hakikat pengetahuan). Dengan cara mempelajari tentang anak-anak menurutnya akan menyelesaikan tentang pertanyaan-pertanyaan epistemologi. Tiga aspek yang dikemukakan oleh Piaget (berkaitan dengan struktur, isi, dan fungsi) merupakan aspek pertumbuhan intelektual. Untuk mencapai suatu operasi pada perkembangan struktur dan perkembangan operasi memerlukan adanya tindakan. Tindakan *reversible*, internalisasi, tidak ada yang berdiri sendiri, dan selalu tetap dinamakan operasi. Sedangkan organisasi mental tingkat tinggi, dengan kata lain satu tingkat lebih tinggi dari operasi dinamakan struktur-struktur. Isi pertumbuhan intelektual merupakan pola perilaku anak yang tertanam pada dirinya serta dilakukan pada saat merespon masalah yang dihadapi.

Perkembangan intelektual mempunyai dua fungsi yang mendasari yaitu fungsi organisasi dan fungsi adaptasi (Gradini, 2013). Adaptasi adalah asimilasi dan akomodasi yang masih terkait antara keduanya (Lefa, 2014). Pada asimilasi, seseorang menggunakan struktur yang sudah ada dalam mengadakan respon terhadap tantangan lingkungan, sedangkan dalam proses akomodasi seseorang memerlukan modifikasi struktur yang ada untuk tujuan yang sama.

Tingkat perkembangan intelektual individu terdiri dari tingkat sensomotor (0 - 1 tahun), pra-operasional (2-7 tahun), operasional konkret (7-11 tahun),

dan operasional formal (11 tahun ke-atas) (Hidayati, 2012). Setiap anak melalui masing-masing tingkatan tersebut, namun dengan kecepatan yang berbeda-beda. Lima faktor yang mempengaruhi perkembangan intelektual yaitu proses ekuilibrasi, pengalaman, transmisi sosial, kedewasaan, dan pengalaman logika matematik. Piaget mengemukakan tentang 3 bentuk pengetahuan, antara lain pengetahuan logika matematik, pengetahuan fisik, dan pengetahuan sosial. Pengetahuan sosial dapat diciptakan dari pikiran guru terhadap pikiran siswa, sedangkan pengetahuan fisik dan pengetahuan logika matematik harus diciptakan oleh diri sendiri. Cara untuk membangun pengetahuan ini adalah dengan akulibrasi. Menurut Paiget dan para konstruktivis mengemukakan bahwa guru seharusnya memperhatikan pengetahuan yang dimiliki siswa sebelumnya dalam proses belajar. Sebelum proses untuk mengubah gagasan anak yang sudah ada yang mungkin “salah” proses dimana gagasan-gagasan guru dipindahkan pada siswa, itu yang diterapkan dalam mengajar. Penggunaan siklus belajar digunakan sebagai salah satu strategi mengajar untuk menerapkan model konstruktivis. deskritif, empiris-induktif, dan hipotesis-desuktif merupakan tiga macam siklus belajar.

Menurut teori Piaget, guru matematika harus mengetahui tentang perkembangan kognitif siswa yang bergantung kepada siswa itu aktif atau tidak dalam berinteraksi dengan lingkungannya (Shadiq & Mustajab, 2011). Alhaddad (2012) beranggapan bahwa matematika adalah ilmu tentang berpikir logika dan penalaran yang sistematis. Pembelajaran matematika adalah pembelajaran yang kebanyakan tidak disukai oleh siswa. Siswa beranggapan matematika adalah materi hafalan tentang rumus-rumus. Hal itu menjadi salah satu alasan kebanyakan siswa tidak menyukai matematika dan beranggapan matematika adalah pelajaran yang sulit (Anti, et al., 2017).

Kenyataannya, matematika adalah ilmu yang banyak ditemukan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, misal dalam jual beli dan lain-lain. Ojose (2008) mengemukakan bahwa dengan meningkatkan minat anak supaya gemar dalam mempelajari matematika, dapat dimulai dari pengenalan angka oleh orang tua. Misal pertama, perkenalkan anak urutan angka dan cara membaca angka yang benar. Pada tingkat anak usia 2 hingga 7 tahun anak belum mampu

mengetahui secara luas tentang operasi penjumlahan atau pun pengurangan. Untuk itu, anak yang berusia 2 hingga 4 tahun proses belajarnya lebih ke proses hafalan (Mu'min, 2013). Misalkan anak yang berusia 3 tahun sedang diajarkan oleh gurunya tentang matematika materi penjumlahan yaitu $1 + 1 = 2$, $2 + 2 = 4$, dengan itu anak hanya bisa menyimpulkan bahwa hasil dari penjumlahan tersebut sebagaimana yang diberikan contoh oleh guru. Jadi, untuk anak dengan usia berkisar 2-4 pemahaman itu lah yang dimiliki tanpa mengetahui secara jelas tentang operasi-operasi seperti penjumlahan, pengurangan, dan lain-lain. Sehingga pada tingkat pra-operasional, terbagi menjadi 2 sub-tingkat yaitu sub-tingkat pertama (anak yang berusia antara 2 hingga 4 tahun) yang disebut sub-tingkat pra-logis, sedangkan sub-tingkat ke-dua adalah anak berusia antara 4 hingga 7 tahun yang disebut tingkat berpikir intuitif (Basri, 2018). Berbeda dengan anak berusia berkisar 7 hingga 11 tahun, pada usia ini anak mulai berpikir rasional, berarti anak memilih operasi-operasi logis yang dapat diterapkan pada masalah-masalah konkret.

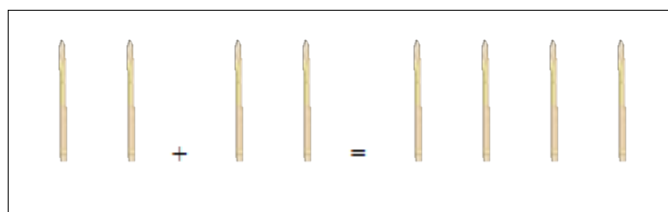
Apabila anak menghadapi suatu pertentangan antara pikiran dan persepsi, maka anak memilih pengembalian keputusan logis (Jaenudin, 2018). Pada hal ini, anak tidak mengambil keputusan perseptual seperti anak belum mengetahui materi abstrak. Anak dalam periode ini bukan berarti lebih pandai daripada anak-anak pra-sekolah. Namun, mereka bisa memecahkan masalah-masalah yang sebelumnya belum bisa diselesaikan dengan benar. Karena berpikir operasional konkret lebih stabil dibandingkan dengan berpikir statis dan impresionistis yang ada pada anak pra-operasional (Juwantara, 2019). Anak dalam periode ini dapat menyusun suatu urutan dalam objek, misalnya menggunakan benda-benda seperti permainan, kayu, atau menggunakan lidi. Untuk itu, yang sesuai dalam penerapan Piaget adalah dengan tingkat operasional konkret. Menurut Mauluah (2012), pembelajaran matematika dapat diberikan dengan bantuan alat peraga sederhana. Seperti pada materi perkalian atau penjumlahan berulang, dapat digunakan jajanan kecil misal permen untuk memperagakan kepada siswa dengan cara seperti berjualan.

Untuk menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan menjadikan siswa menjadi lebih aktif dibandingkan guru (*student dominated class*) dan supaya

siswa tidak cepat bosan dengan apa yang ajarkan di kelas, diperlukan metode belajar yang tepat. Guru dapat menciptakan alat peraga yang menarik minat belajar matematika siswa, termasuk dalam mempelajari materi penjumlahan. Suwarto (2017) menjelaskan bahwa alat peraga yang baik digunakan untuk pembelajaran matematika materi penjumlahan jenjang sekolah dasar adalah dengan menggunakan benda konkret, seperti lidi. Pembelajaran matematika menggunakan lidi dalam materi penjumlahan dapat mengasah pikiran siswa saat memecahkan masalah, dapat membantu siswa dalam pembelajaran operasi hitung penjumlahan, dan dapat menjadikan siswa menjadi lebih aktif di kelas.

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam proses pembelajaran matematika materi operasi hitung penjumlahan pada siswa kelas 1 SD dengan bantuan alat peraga adalah:

1. Guru menjelaskan materi tentang operasi penjumlahan.
2. Apabila ada siswa yang belum terlalu paham mengenai operasi penjumlahan, guru dapat menggunakan alat peraga berupa lidi mengingat tingkat pemahaman siswa berbeda-beda. Cara menggunakan alat peraga lidi untuk pembelajaran operasi penjumlahan sebagai berikut:
 - a. Guru menyiapkan alat peraga berupa lidi terlebih dahulu.
 - b. Selanjutnya guru menuliskan contoh soal yang dibuat untuk dituliskan di papan tulis supaya siswa tidak lupa soal yang diberikan.
 - c. Misal diberikan soal operasi penjumlahan $2+2=...$, kebanyakan siswa kemungkinan sudah mengetahui hasil dari soal tersebut, namun belum mengetahui konsep dari penyelesaian (Sugriani, 2019). Dengan menggunakan alat peraga lidi, guru mengambil lidi pertama sebanyak 2 biji dan pengambilan ke dua sebanyak 2 biji seperti Gambar 1.



Gambar 1. Penyelesaian Contoh Soal Menggunakan Alat Peraga

- d. Lalu untuk mengembangkan keaktifan siswa, guru menyuruh siswa untuk menghitung lidi yang dibawa oleh guru tersebut. Apabila ada siswa yang benar dalam menyelesaikan masalah tersebut, guru memberikan apresiasi kepada siswa tersebut untuk menambah semangat belajar siswa dalam mempelajari operasi penjumlahan.
- e. Setelah guru memberikan penjelasan materi dan cara penggunaan alat peraga, guru membagi siswa dalam kelompok untuk meningkatkan kerjasama siswa, menambah wawasan tentang penggunaan alat peraga, dan menambah keaktifan siswa dalam pembelajaran operasi penjumlahan. Misal pembahasan untuk kegiatan kelompok. Andre mempunyai lidi sebanyak 4 biji dan andre membeli lidi lagi sebanyak 5 biji lagi, berapa jumlah lidi Andre saat ini ?

Penyelesaian:

Langkah I

Diketahui:

Lidi pertama yang Andre beli: 4 biji lidi

Andre membeli lidi lagi sebanyak: 5 biji lidi

Ditanya:

Berapa jumlah lidi Andre seluruhnya?

Langkah II

Lidi pertama yang dibeli Andre.



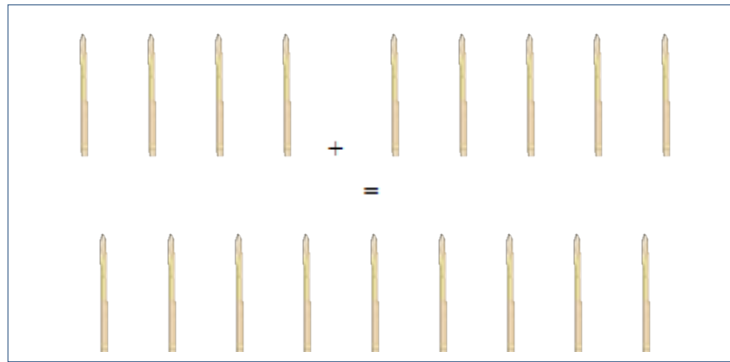
Lidi ke-dua yang dibeli Andre



Langkah III

Untuk mengetahui jumlah lidi Andre seluruhnya gunakan operasi penjumlahan dengan cara:

Lidi pertama yang dibeli Andre + Lidi ke-dua yang dibeli Andre



Gambar 2. Penyelesaian Menggunakan Alat Peraga Lidi

Dapat disimpulkan bahwa jumlah keseluruhan dari lidi yang dibeli Andre sebanyak 9 biji lidi seperti Gambar 2.

- f. Pada saat pembelajaran kelompok, guru dapat menghampiri kelompok yang mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah yang diberikan.
- g. Setelah menemukan pemecahan masalah yang diberikan, guru dapat meminta perwakilan kelompok yang sudah menyelesaikan soal yang diberikan untuk menjelaskan hasilnya di depan kelas untuk meningkatkan keaktifan siswa.
- h. Guru menanyakan kepada siswa yang lain apakah sudah memahami solusi yang benar sehingga terjadi diskusi.

Pembelajaran matematika menggunakan alat peraga seperti lidi, bertujuan untuk membentuk siswa berpikir secara luas, mengasah keterampilan siswa dalam memecahkan masalah, dan dapat meningkatkan keaktifan siswa dalam pembelajaran. Oleh karena itu, tingkat perkembang operasional konkret (7-11 tahun) memerlukan alat peraga dalam pembelajaran matematika materi penjumlahan sehingga siswa dapat menyerap materi dengan baik.

SIMPULAN

Menurut teori Piaget, guru matematika harus mengetahui tentang perkembangan kognitif siswanya. Hal tersebut dapat diamati dari keaktifan siswa atau ada tidaknya interaksi siswa dengan lingkungan. Tingkat perkembangan intelektual yang dilakukan oleh setiap individu meliputi tingkat sensosi-motor (0-1 tahun), pra-operasional (2-7 tahun), operasional konkret (7-11 tahun), dan

operasional formal (11 tahun ke atas). Setiap tingkat usia hanya merupakan suatu aproksimasi. Setiap anak melalui semua tingkatan ini, namun dengan kecepatan yang berbeda-beda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim redaksi atas kritik, saran, dan perbaikan tampilan artikel ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan artikel ini, yaitu Program Studi Matematika Universitas Muria Kudus yang telah memfasilitasi penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhaddad, I. (2012). Penerapan teori perkembangan mental Piaget pada konsep kekekalan panjang. *Infinity Journal*, 1(1), 31-44. <https://doi.org/10.22460/infinity.v1i1.5>.
- Anti, A., et. al. (2017). *Jurnal ilmu pendidikan LPMP Kalimantan Timur volume XI nomor 1, Juni 2017*. Retrieved March 18, 2021, from Repositori Institusi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan: <http://repositori.kemdikbud.go.id/16549/>.
- Basri, H. (2018). Kemampuan kognitif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran ilmu sosial bagi siswa sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 18(1), 1–9. <https://doi.org/10.17509/jpp.v18i1.11054>.
- Biantoro, N. O. P. H., Kristanti, F., & Mursyidah, H. (2020). Pengaruh penilaian kinerja dan kecerdasan emosional berdasarkan project based learning (PjBL) terhadap hasil belajar matematika siswa. *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 2(2), 89-102. <http://dx.doi.org/10.21580/square.2020.2.2.5257>.
- Gradini, E. (2013). Teaching mathematics with Piaget's theory. *Visipena*, 4(1), 1-7. <https://doi.org/10.46244/visipena.v4i1.98>.
- Hasanah, Y. M., & Jabar, C. S. A. (2017). Evaluasi program wajib belajar 12 tahun pemerintah daerah kota Yogyakarta. *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, 5(2), 228-239. <https://doi.org/10.21831/amp.v5i2.8546>.
- Hidayati, K. (2012). Pembelajaran matematika usia SD/MI menurut teori belajar Piaget. *Cendikia: Jurnal Kependidikan dan Kemasyarakatan*, 10(2), 291-308. <https://doi.org/10.21154/cendekia.v10i2.417>.
- Ibda, F. (2015). Perkembangan kognitif: teori Jean Piaget. *Jurnal Intelektualita*, 3(1), 27-38.
- Jaenudin, C. (2018). Pengajaran bahasa arab di taman kanak-kanak (tinjauan teori perkembangan kognitif Jean Piaget). *Lisanuna: Jurnal Ilmu Bahasa Arab dan Pembelajarannya*, 8(1), 32-44. <http://dx.doi.org/10.22373/l.v8i1.3475>.
- Juwantara, R. A. (2019). Analisis teori perkembangan kognitif Piaget pada tahap anak usia operasional konkret 7-12 tahun dalam pembelajaran matematika.

- Al-Adzka: *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 9(1), 27-34.
<https://doi.org/10.18592/aladzkapgmi.v9i1.3011>.
- Lefa, B. (2014). The Piaget theory of cognitive development: an educational implications. *Educational psychology*, 1(9), 1-8.
- Manullang, M. (2014). Manajemen pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 21(2), 208-214.
- Mauluah, L. (2012). Permainan dan alat peraga pada pembelajaran matematika tingkat SD/MI. *Al-Bidayah: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 4(2), 173-191.
- Mu'min, S. A. (2013). Teori pengembangan kognitif Jean Piaget. *Al-Ta'dib: Jurnal Kajian Ilmu Kependidikan*, 6(1), 89-99.
- Ojose, B. (2008). Applying Piaget's theory of cognitive development to mathematics instruction. *The Mathematics Educator*, 18(1), 26-30.
- Rizkita, K., & Supriyanto, A. (2020). Komparasi kepemimpinan pendidikan di Indonesia dan Malaysia dalam upaya peningkatan mutu pendidikan. *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, 8(2), 155-164.
<https://doi.org/10.21831/jamp.v8i2.32362>.
- Shadiq, F., & Mustajab, N. A. (2011). *Modul matematika SD program BERMUTU: penerapan teori belajar dalam pembelajaran matematika di SD*. Retrieved March 18, 2021, from Repositori Institusi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan: <http://repositori.kemdikbud.go.id/15115/>.
- Sopian, A. (2016). Tugas, peran, dan fungsi guru dalam pendidikan. *Jurnal Tarbiyah Islamiyah*, 1(1), 88-97.
- Sugriani, A. (2019). Upaya meningkatkan pemahaman konsep penjumlahan pecahan melalui pendekatan pendidikan matematika realistik Indonesia (PMR). *Jurnal Didactical Mathematics*, 1(2), 21-28.
<http://dx.doi.org/10.31949/dmj.v1i2.1294>.
- Sutrisno, S. (2015). Analisis kesulitan belajar siswa kelas II pada materi penjumlahan dan pengurangan bilangan. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 6(1), 1-13.
- Suwarto, S. (2017). Strategi pembelajaran operasi bilangan dengan benda konkrit. *UNION: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(3), 285-294.
<https://doi.org/10.30738/.v5i3.1437>.

PENDEKATAN GOAL PROGRAMMING UNTUK RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH

Fatra Kuka*¹, Muhammad Rifai Katili², Muhammad Rezky Friesta Payu³

^{1,3}Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo

²Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

kukafatra@gmail.com*¹, mrfaikatili@ung.ac.id², rezky@ung.ac.id³

**Corresponding Author*

Received 05 November 2020; revised 28 May 2021; accepted 08 June 2021.

ABSTRAK

Saat ini masalah sampah telah menjadi masalah serius bagi semua lapisan masyarakat termasuk pemerintah daerah. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya produktivitas manusia, pertambahan jumlah penduduk, dan ketersediaan ruang hidup manusia yang terbatas. Meningkatnya jumlah sampah yang dihasilkan dari hari-kehari dapat menimbulkan permasalahan yang serius, karena sampah sering terjadi tanpa disadari oleh penduduknya sendiri. Satu masalah dalam pengelolaan sampah adalah masalah pengangkutan sampah dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan rute pengangkutan sampah di Kota Gorontalo. Dalam penelitian, digunakan pendekatan *Goal Programming* untuk memformulasikan model dan mengoptimalkan rute dengan memperhatikan biaya, waktu, jarak, serta banyaknya pelanggan yang dapat terlayani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute pengangkutan sampah dapat dioptimalkan dengan pendekatan *Goal Programming*. Adapun rute optimal dari masing-masing komponen yaitu biaya, waktu, jarak, serta banyaknya pelanggan yang dapat terlayani diperoleh hasil yaitu: 16 rute dengan 131 node, total biaya bahan bakar keseluruhan kendaraan Rp. 1.648.000, yang membutuhkan waktu 128 jam per hari. Setelah menggunakan *Goal Programming*, node yang dapat dikunjungi sebanyak 127 node dengan total biaya bahan bakar minimum sebesar 22,10% per hari dengan waktu tempuh perjalanan 11 jam dan total jarak tempuh keseluruhan kendaraan 240,43 KM.

Kata kunci: *goal programming, rute, vehicle routing problem.*

ABSTRACT

Garbage has become a serious issue and drawn people's, including the government's, concern. This blames human's high productivity, population increase, and limited availability of human living space. The increasing amount of waste generated from day to day can cause serious

problems, because it often occurs without people's consciousness. One of the problems of waste management is garbage transport from temporary disposal sites to landfills. This research intended to optimize the garbage transport route in the city of Gorontalo. A Goal Programming approach was used to formulate the model and optimize the route by paying attention to cost, time, distance, and the number of consumers. The result indicated that the garbage transport route could be optimized by the aforementioned approach. Beside, the optimum route of each component (cost, time, distance, and the number of consumers) consisted of 16 route with 131 nodes, Rp. 1.648.000 of fuel total cost of all transports, and 128 hours/day. after employing the Goal Programming approach, there were 127 nodes that could be visited with a mininum total fuel cost of 22.10% per day, 11 hours of travel, and 240.43 km of total travel time of all transports.

Keywords: *goal programming, route, vehicle routing problem.*

PENDAHULUAN

Dalam matematika terdapat kajian ilmu pengetahuan yang memiliki peran penting dalam dunia teknologi dan kehidupan nyata yang terus berkembang dan berguna diberbagai bidang adalah riset operasi (Mulyono, 2007). Riset Operasi dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi, inti dari masalah riset operasi yaitu mencari solusi terbaik dari suatu masalah sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan (Dimyati & Dimyati, 2018; Siswanto, 2006). Salah satu penerapan dari bidang ilmu riset operasi adalah penentuan rute pengangkutan sampah yang optimum. Belakangan ini sampah menjadi masalah serius bagi semua lapisan masyarakat, hal ini dipengaruhi oleh tingginya produktivitas manusia, pertambahan jumlah penduduk, dan ketersediaan ruang hidup manusia yang terbatas. Meningkatnya jumlah sampah yang dihasilkan dari hari-kehari dapat menimbulkan permasalahan yang serius, karena sampah sering terjadi tanpa di sadari oleh penduduknya sendiri, sampah adalah satu kata yang di anggap biasa saja namun bisa berdampak sangat buruk ketika tidak di perhatikan (Hasan, 2013).

Di Kota Gorontalo, dalam sehari sampah dapat mencapai 73 ton, totalnya 24.359 ton yang dibuang ke TPA Talumelito, Kabupaten Gorontalo. Adapun posisi yang tertinggi jumlah sampahnya berada pada bulan Agustus sebanyak 2.304 ton dan yang terendah pada posisi bulan April sebanyak 2.045 ton berlangsung selama tahun 2017. Jumlah ini meningkat bila dibandingkan dengan rata-rata produksi sampah per hari di tahun 2016 yang berkisar 67 ton. Proses

pengangkutan sampah tersebut diperlukan adanya truk pengangkut sampah. Untuk saat ini, Kota Gorontalo memiliki 300 petugas kebersihan dan 44 buah armada pengangkut sampah, terbagi 16 unit mobil *dump truck*, 4 unit mobil EVV, 2 unit mobil L300, 2 unit *arm roll*, dan 20 unit gerobak motor. Armada-armada tersebut melayani masyarakat setiap hari (Fajriansyach, 2018).

Masalah yang sering kali dijumpai yaitu pada proses pengangkutan sampah dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) untuk dibawa menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), dimana proses tersebut merupakan proses yang paling membutuhkan waktu dikarenakan volume sampah di TPS yang berbeda-beda terutama di TPS-TPS yang ada di dekat pasar dan perumahan. Dengan kendaraan yang terbatas akan membutuhkan waktu pengangkutan yang lama jika tidak dibuatkan rute pengangkutan. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu usaha yang mudah, cepat, serta efisien untuk penentuan rute perjalanan dari TPS ke TPA Talumelito, Kabupaten Gorontalo agar proses pengangkutan sampah dapat diminimasi dari segi waktu, biaya dan jarak tempuh kendaraan secara tepat yang nantinya akan menghemat bahan bakar, sehingga rute pengangkutan sampah dapat diselesaikan secara optimal.

Penelitian ini difokuskan pada masalah rute pengangkutan sampah di setiap TPS yang memperhatikan waktu perjalanan, biaya perjalanan, serta total jarak perjalanan setiap kendaraan pada setiap rute. Hal ini membuat masalah pengangkutan sampah menjadi hal penting yang diperhatikan. Permasalahan ini dapat dianalogikan sebagai *Vehicle Routing Problem* (VRP). Model VRP merupakan permasalahan bagaimana menentukan sebuah rute yang terdiri atas beberapa lokasi tujuan (Fisher, 1995; Toth & Vigo, 2002). Lokasi tujuan tersebut tersebar secara geografis dan memiliki jarak yang berbeda-beda. Akan disusun sebuah rute kunjungan kendaraan yang berawal dari depo (dalam hal ini *pool* truk pengangkut sampah) dan akan berakhir di depo kembali. Tujuannya adalah untuk meminimumkan total biaya bahan bakar dan waktu perjalanan, dari semua rute (Nallusamy, Duraiswamy, Dhanalaksmi, & Parthiban, 2009).

Masalah dengan tujuan ganda dari VRP sudah pernah dibahas (Calvete, Gale, Oliveros, & Sanchez-Valverde, 2007; Hong & Park, 1999). Salah satu metode untuk menyelesaikan masalah VRP dengan tujuan ganda adalah *goal*

programming, dengan menggunakan metode *goal programming* ini diharapkan diperoleh rute yang paling optimal, sehingga dapat mencegah adanya penumpukan sampah di TPS, pengangkutan akan menjadi lebih efektif, penggunaan waktu kerja yang efisien, serta dapat meminimumkan biaya bahan bakar dan waktu pengangkutan (Fauziyah, 2016; Rahmawati, Subchan, & Mudjiati, 2017).

Penelitian ini memiliki relevansi dengan penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Manaqib dan Renova Dedi Pantoro (2018) dalam Jurnal Logika yang berjudul "Optimasi Rute Perjalanan Bus Pariwisata Menggunakan *Multi-Objective Vehicle Routing Problem with Times Windows* dengan Pendekatan *Goal Programming*". Penelitian tersebut menggunakan model VRP dengan metode *goal programming*. Metode *goal programming* digunakan agar dapat menentukan solusi optimal rute perjalanan bus pariwisata. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model matematika *multi-objective vehicle routing problem with times windows* dengan pendekatan *goal programming* untuk menyelesaikan masalah optimasi rute perjalanan bus pariwisata di pulau Bali. Dari hasil penelitian telah diperoleh model matematika *multi-objective vehicle routing problem with time windows* yang diselesaikan dengan pendekatan *goal programming* yang mengoptimalkan 4 tujuan yaitu biaya perjalanan, memaksimalkan waktu kunjungan wisata. Selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan *software* LINGO (Manaqib & Pantoro, 2018). Relevansi penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah mengkaji tentang optimasi. Model yang digunakan dalam penelitian ini sama-sama menggunakan model VRP dengan pendekatan *goal programming*. Perbedaannya penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan terletak pada lokasi dan bidang kajiannya. Perbedaan yang lain adalah dilihat dari fungsi tujuan yang diselesaikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute pengangkutan sampah di Kota Gorontalo melalui pendekatan *goal programming*. Untuk menemukan solusi yang optimal dari permasalahan tersebut peneliti menggunakan bantuan

program komputer yaitu program LINGO 11.0. Untuk mencapai tujuan penelitian yang ditetapkan, maka disusun tahapan dan prosedur penelitian.

Adapun tahapan penelitiannya meliputi:

1. Identifikasi masalah.
2. Pengumpulan data dan informasi yang relevan dengan masalah yang dihadapi.
3. Deskripsi dan Formulasi masalah.
4. Membuat model *VRP* ke dalam *goal programming*.
5. Implementasi model.
6. Analisis untuk mencari solusi matematis.
7. Interpretasi solusi dan simpulan.

Langkah-langkah tahapan tersebut dilakukan berulang-ulang untuk melakukan validasi model dan untuk memperoleh hasil yang realistis.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Masalah

Persoalan sampah dan pengolahannya menjadi pekerjaan rumah tangga bagi setiap daerah khususnya Kota Gorontalo. Sebuah tantangan yang sangat besar mengatasi banyaknya sampah yang menumpuk, jika dibandingkan dengan daya konsumsi masyarakatnya yang tinggi. Sedangkan ketersediaan akses TPA sampah yang sangat minim. Berangkat dari permasalahan ini, Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Gorontalo melakukan pengelolaan sampah melalui program 3R (*Reuce, Reduce, Recycle*). Pengangkutan sampah dikelola oleh pemerintah dengan menggunakan kendaraan besar (Hasan, 2013). Penentuan rute pengangkutan sampah yang optimum merupakan bagian dari manajemen pengolahan sampah. Optimum pada pengangkutan dapat ditinjau dari jarak tempuh yang minimum, biaya dan waktu yang minimum, serta banyaknya TPS yang dapat terangkut dengan maksimum.

DLH Kota Gorontalo memiliki tempat penampungan sampah seperti TPS, depo, dan landasan *container* serta telah menerapkan rute pengangkutan sampah untuk 52 kendaraan angkut, dengan perincian 16 *dump truck*, 23 getor, 4 *mega carry pick up*, 3 *arm roll*, 2 L-300 *pick up*, dan 1 avanza. Pada penelitian ini masing-masing rute pengangkutan dilakukan menggunakan *dump truck*, dan

hanya mengangkut sampah yang ada di TPS saja. *Arm roll truck* tidak diikutsertakan karena hanya dapat mengangkut sampah landasan *container*. Untuk L-300, *mega carry*, *avanza*, dan *getor* tidak dibahas pada penelitian ini dikarenakan kapasitas yang terlalu kecil. Bahan bakar yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah solar dengan harga solar Rp. 5.150,-/liter di tahun 2019.

Formulasi Masalah

Goal programming adalah metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan adanya beberapa tujuan, yang masing-masing tujuan dapat saling bertentangan, maka VRP dalam penentuan rute pengangkutan sampah dapat diselesaikan menggunakan metode ini. Penentuan rute pengangkutan sampah dalam penelitian ini memperhatikan beberapa hal yaitu, biaya perjalanan, waktu perjalanan, jarak perjalanan dan banyaknya TPS yang dapat terangkut sampahnya. Untuk mempermudah penulisan maka didefinisikan pelanggan untuk menyatakan TPS dan depo didefinisikan untuk lokasi *pool* truk sampah.

Rute yang diperoleh terbatas oleh beberapa kendala, antara lain:

1. Setiap pelanggan hanya dapat dikunjungi satu kali.
2. Setiap rute perjalanan berawal dan berakhir di depo.
3. Untuk setiap kendaraan yang telah selesai mengunjungi pelanggan, akan langsung meninggalkan pelanggan tersebut (rute kontinu).
4. Tidak terdapat *subtour* pada rute yang dibentuk.
5. Total biaya perjalanan tidak melebihi biaya maksimal yang ditetapkan.
6. Total waktu perjalanan tidak melebihi waktu maksimal yang ditetapkan.

Pada penelitian ini, diasumsikan bahwa kendaraan pengangkut selalu dalam keadaan baik, kecepatan kendaraan dalam melakukan perjalanan selalu konstan, kemacetan diabaikan, ruas jalan selalu dapat terlewati, jarak dari i ke j sama dengan jarak dari j ke i , kapasitas kendaraan homogen, jumlah volume sampah tiap TPS selalu tetap, penentuan jarak dan waktu pada penelitian ini menggunakan *google maps*, selalu tersedia kendaraan angkut dan pelanggan dapat dikunjungi satu kali dalam periode waktu yang ditetapkan.

Model Matematika

Didefinisikan suatu graf $G(N', A)$ merupakan graf berarah yang merepresentasikan rute pengangkutan. Himpunan $N = \{1, 2, \dots, n\}$ adalah

himpunan simpul-simpul yang mewakili tiap lokasi pelanggan. $N' = \{0, 1, 2, \dots, n, n + 1\}$ merupakan himpunan yang anggotanya adalah simpul 0 untuk menyatakan depo, simpul-simpul yang menyatakan tiap lokasi pelanggan, dan simpul $n + 1$ untuk menyatakan depo semu dari depo 0. Adapun $R = \{1, 2, \dots, k\}$ adalah himpunan rute perjalanan kendaraan. Sedangkan $A = \{(i, j) : i, j \in N'\}$ adalah himpunan garis berarah yang menghubungkan dua simpul. Hal ini merepresentasikan ruas jalan yang menghubungkan antara dua pelanggan atau depo dengan pelanggan. Simbol i, j = indeks untuk menyatakan *node*, k = indeks untuk menyatakan rute, c_{ij} = biaya perjalanan dari *node* i ke *node* j , t_{ij} = waktu perjalanan dari *node* i ke *node* j , g_{ij} = Jarak perjalanan dari *node* i ke *node* j , MB = biaya perjalanan maksimal yang ditetapkan, MW = waktu perjalanan maksimal yang ditetapkan, TB_k = total biaya perjalanan pada rute k , TW_k = total waktu perjalanan pada rute k , TG_k = total jarak perjalanan pada rute k .

Berikut didefinisikan beberapa variabel yang digunakan:

a. Variabel keputusan

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1; & \text{jika terdapat perjalanan dari } i \text{ ke } j \text{ pada rute } k \\ 0; & \text{jika tidak ada perjalanan dari } i \text{ ke } j \text{ pada rute } k \end{cases}$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1; & \text{jika simpul } i \text{ dikunjungi pada rute } k \\ 0; & \text{jika simpul } i \text{ tidak dikunjungi pada rute } k \end{cases}$$

U_{ik} variabel tambahan yang digunakan dalam eliminasi *subtour* untuk *node* i pada rute k .

U_{jk} variabel tambahan yang digunakan dalam eliminasi *subtour* untuk *node* j pada rute k .

b. Variabel simpangan

d_1^+ = variabel simpangan positif dari tujuan pertama.

d_2^+ = variabel simpangan positif dari tujuan kedua.

d_3^+ = variabel simpangan positif dari tujuan ketiga.

$$d_{4i}^- = \begin{cases} 1; & \text{jika terdapat perjalanan dari } i \text{ ke } j \text{ pada rute } k \\ 0; & \text{jika tidak ada perjalanan dari } i \text{ ke } j \text{ pada rute } k \end{cases}$$

Setelah semua variabel didefinisikan, berikut dibentuk model matematika VRP yang dirumuskan dalam bentuk *goal programming*. Dirumuskan fungsi

tujuan yang meminimumkan variabel simpangan dari tujuan satu sampai empat sebagai berikut:

$$\min Z = d_1^+ + d_2^+ + d_3^+ + \sum_{i \in A} d_{4i}^-$$

- 1) Meminimumkan total biaya pengangkutan

$$TB_k = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} \cdot x_{ijk} \quad , \quad \forall k \in R$$

$$\left(\sum_{k \in R} TB_k \right) - d_1^+$$

- 2) Meminimumkan total waktu

$$TW_k = \sum_{i \in 0 \cup N} \sum_{j \in N \cup n+1} t_{ij} x_{ijk} \quad , \quad \forall k \in R$$

$$\left(\sum_{k \in R} TW_k \right) - d_2^+$$

- 3) Meminimumkan total jarak

$$TG_k = \sum_{i \in 0 \cup N} \sum_{j \in N \cup n+1} g_{ij} x_{ijk} \quad , \quad \forall k \in R$$

$$\left(\sum_{k \in R} TG_k \right) - d_3^+$$

- 4) Memaksimumkan banyaknya pelanggan yang dilayani

$$\sum_{k \in R} y_{ik} + d_{4i}^+ = 1, \forall i \in N$$

- 5) Setiap pelanggan hanya dapat dikunjungi satu kali

$$\sum_{j \in N} x_{ijk} = y_{ik} \quad , \quad \forall i \in N', k \in R$$

- 6) Setiap rute perjalanan kendaraan berawal dan berakhir di depo

$$\sum_{j \in N} x_{0jk} = 1 \quad , \quad \forall k \in R$$

- 7) Rute kontinu

$$\sum_{i \in 0 \cup N} x_{irk} - \sum_{j \in N \cup n+1} x_{rjk} = 0 \quad , \quad \forall r \in N, \forall k \in R$$

- 8) Tidak terdapat *subtour* pada rute yang dibuat

$$U_{ik} - U_{jk} + Nx_{ijk} \leq N - 1, \forall i \in N', k \in R$$

9) Total biaya perjalanan kurang dari biaya maksimal yang ditetapkan

$$\sum_{k \in R} TB_k \leq MB$$

10) Total waktu pengangkutan kurang dari waktu maksimal yang ditetapkan

$$\sum_{k \in R} TW_k \leq MW$$

Hasil Optimasi

Berdasarkan rute yang diperoleh pada Tabel 1 terlihat bahwa semua kendala telah terpenuhi, yaitu setiap pelanggan hanya dapat dikunjungi tepat satu kali, setiap rute perjalanan kendaraan berawal dan berakhir di depo, rute kontinu, tidak terdapat *subtour* pada rute yang dibentuk, total waktu pengangkutan tidak melebihi 8 jam, total jarak tidak melebihi 448,21 KM, dan total biaya perjalanan tidak melebihi Rp. 103.000,-. Semua fungsi tujuan juga telah dioptimalkan dalam rute yang diperoleh yaitu total biaya minimum Rp. 364.280, dengan total waktu perjalanan 11 jam dan total jarak minimum yang ditempuh 240,43 KM.

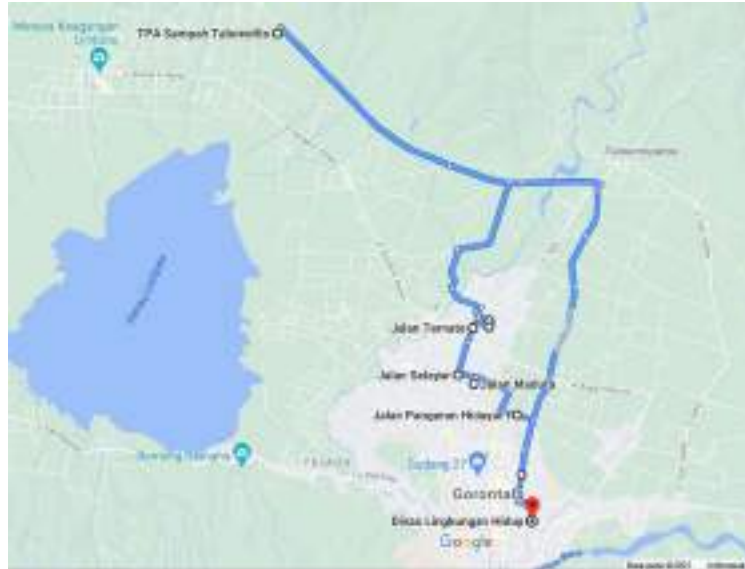
Tabel 1. Solusi Optimal Rute Pengangkutan Sampah dengan Bantuan *Software* LINGO 11.0

Kendaraan	Rute	Biaya Perjalanan (rupiah)	Waktu Perjalanan (menit)	Jarak Tempuh (kilo meter)	Banyaknya <i>Node</i> yang Dikunjungi
DM 8114 A	0-2-7-5-8-6-4- 3-1-9	24.204	40	14,10	8
DM 8164 A	0-1-2-3-7-6-5- 4-8	21.044	32	12,26	7
DM 8165 A	0-1-2-3-5-4-9- 7-8-6-10	27.635	56	19,50	9
DM 8166 A	0-1-3-2-4-5	25.748	41	15	4
DM 8167 A	0-1-16-13-11- 15-14-12-9-8-7- 6-2-10-4-3-5-17	22.326	98	30,85	16

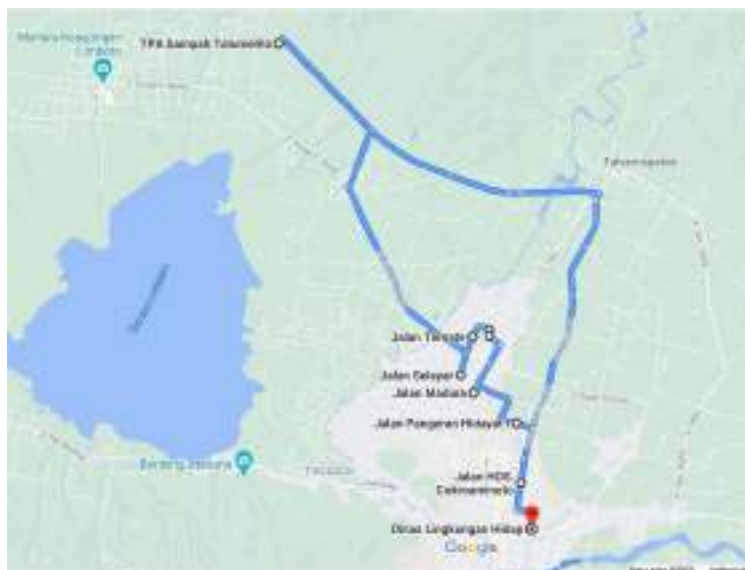
Kendaraan	Rute	Biaya Perjalanan (rupiah)	Waktu Perjalanan (menit)	Jarak Tempuh (kilo meter)	Banyaknya Node yang Dikunjungi
DM 8522 A	0-3-5-4-1-2-6	26.434	32	15,40	5
DM 8514 AE	0-1-3-2-4-5-6-7	27.637	42	16,70	6
DM8515 AE	0-1-2-4-3-5	22.314	33	13	4
DM8517 AD	0-4-3-2-5-1-6	28.495	39	16,60	5
DM 8519 AD	0-9-10-6-7-5-8- 3-4-2-11	30.899	47	18	9
DM 8520 AD	0-4-5-3-2-1-6	22.402	28	13,05	5
DM 8521 AD	0-3-4-5-6-7-8- 10-9-2-11	10.880	19	6,43	9
DM 8541 AD	0-7-5-4-6-3-2- 1-8	22.915	35	13,35	7
DM 8542 AD	0-2-4-6-7-8-5- 3-9	17.079	31	12,40	7
DM 8559 AD	0-3-5-7-6-9-14- 10-16-12-11-2- 15-8-13-4-17	18.051	50	14,43	15
DM 8560 AD	0-6-4-2-3-10-7- 5-11-8-9-1-12	16.217	37	9,45	11
Total		364.280	11 (jam)	240,43	127

Terdapat sebanyak 127 TPS terkunjungi dari 131 TPS yang ada sehingga ada 4 TPS yang tidak terkunjungi dikarenakan dalam penelitian ini harus mempertimbangkan biaya, waktu, dan jarak pengangkutan. Untuk itu dibutuhkan kendaraan yang berbeda untuk dapat mengangkut sampah yang ada di 4 TPS lainnya. Solusi yang dihasilkan keseluruhan kendaraan pada implementasi model merupakan solusi yang optimum, artinya hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rute yang dibuat menggunakan *goal programming* merupakan rute dengan jarak, waktu dan biaya yang paling minimum.

Sebagai contoh, ilustrasi rute kendaraan DM 8164 A secara visual sebelum dan sesudah menggunakan metode *goal programming* diberikan pada Gambar 1 dan 2 berturut-turut.



Gambar 1. Ilustrasi Rute Sebelum Menggunakan Metode *Goal Programming*



Gambar 2. Ilustrasi Rute Setelah Menggunakan Metode *Goal Programming*

SIMPULAN

Berdasarkan hasil optimasi rute pengangkutan sampah di Kota Gorontalo dengan pendekatan *goal programming* yang mengoptimalkan empat tujuan yaitu meminimumkan total biaya pengangkutan, meminimumkan total waktu pengangkutan, meminimumkan total jarak pengangkutan, serta memaksimalkan

banyaknya pelanggan yang dapat terlayani. Dapat disimpulkan bahwa solusi optimal dari masing-masing kendaraan pengangkutan sampah yaitu 16 rute dengan banyaknya *node* 131, dengan total biaya bahan bakar keseluruhan Rp. 1.648.000,- yang membutuhkan waktu 128 jam perhari dengan total jarak 448,21 KM. Setelah menggunakan *goal programming node* yang dapat dikunjungi sebanyak 127 *node* dengan total biaya bahan bakar minimum sebesar Rp. 364.280,- atau 22,10% perhari, dengan waktu tempuh perjalanan 11 jam dan total jarak tempuh keseluruhan kendaraan 240,43 KM.

DAFTAR PUSTAKA

- Calvete, H. I., Gale, C., Oliveros, M. J., & Sanchez-Valverde, B. (2007). A goal programming approach to vehicle routing problems with soft time windows. *European Journal of Operational Research*, 177(3), 1720–1733.
- Dimyati, T. T., & Dimyati, A. (2018). *Operation research: model-model pengambilan keputusan*. Bandung: Sinar Baru Argensindo.
- Fajriansyach. (2018). Bayar TPA hingga Rp 1 miliar, perhari sampah kota capai 73 ton. Retrieved January 9, 2019, from <https://hargo.co.id/berita/bayar-tpa-hingga-rp-1-miliar-perhari-sampah-kota-capai-73-ton.html>
- Fauziyah, F. (2016). Penerapan metode goal programming untuk mengoptimalkan beberapa tujuan pada perusahaan dengan kendala jam kerja, permintaan dan bahan baku. *Jurnal Matematika MANTIK*, 2(1), 52–59.
- Fisher, M. (1995). Vehicle routing. In *Operations research and management science* (pp. 1–33). Elsevier.
- Hasan, Z. (2013). *Optimasi rute armada kebersihan kota Gorontalo menggunakan ant colony optimization*. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Hong, S. C., & Park, Y. B. (1999). A heuristic for bi-objective vehicle routing with time window constraints. *International Journal of Production Economics*, 62(3), 249–258.
- Manaqib, M., & Pantoro, R. D. (2018). Optimasi rute perjalanan bus pariwisata menggunakan multi-objective vehicle routing problem with times windows dengan pendekatan goal programming. *Jurnal Matematika LOGIK@*, 8(1), 1–10.
- Mulyono, S. (2007). *Riset operasi, edisi revisi*. Jakarta: LPFUI.
- Nallusamy, R., Duraiswamy, K., Dhanalaksmi, & Parthiban, P. (2009). Optimization of multiple vehicle routing problems using approximation algorithms. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 1(3), 129–135.
- Rahmawati, V. E., Subchan, S., & Mudjiati, T. (2017). Pendekatan goal programming untuk kendaraan pada kegiatan distribusi. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.12962/j1829605X.v9i1.2120>
- Siswanto. (2006). *Operation research (jilid 1)*. Bogor: Erlangga.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The vehicle routing problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.

IMPROVING THE COMPETENCY OF HIGH SCHOOL TEACHERS IN UNDERSTANDING AND DESIGNING QUESTIONS BASED ON MINIMUM COMPETENCY ASSESSMENT IN BABAT LAMONGAN DISTRICT

Siti Maghfirotul Ulyah^{*1}, Sediono², Elly Ana³, Noviatu Sholihah⁴, Khoirun Niswatin⁵

^{1,2,3}Department of Mathematics, Airlangga University, Surabaya

^{4,5}Statistics Study Program, Airlangga University, Surabaya

maghfirotul.ulyah@fst.unair.ac.id^{*1}, sediono101@gmail.com², elly-a@fst.unair.ac.id³, noviatu.sholihah-2018@fst.unair.ac.id⁴, khoirun.niswatin-2018@fst.unair.ac.id⁵

**Corresponding Author*

Received 05 November 2020; revised 28 May 2021; accepted 08 June 2021.

ABSTRAK

Salah satu topik hangat dalam dunia pendidikan adalah dipaparkannya kebijakan mengenai penggantian Ujian Nasional (UN) menjadi Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) dan survei karakter oleh Menteri Pendidikan dan Kebudayaan. Dengan adanya kebijakan baru tersebut, semua sekolah dan warga sekolah harus melakukan persiapan se-dini mungkin. Dikarenakan kebijakan ini belum pernah diterapkan sebelumnya, maka kebanyakan tenaga pendidik (guru) belum memiliki wawasan yang cukup mengenai AKM. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai kompetensi guru dalam memahami dan merancang soal berbasis AKM. Para guru akan diberikan *workshop* yang bertujuan untuk memberikan wawasan dan kompetensi bagi guru untuk mempersiapkan diri menyongsong pelaksanaan AKM di masa mendatang dengan sasaran guru matematika dan IPA di tingkat sekolah menengah atas negeri di Kecamatan Babat (SMAN 1 Babat dan MAN 2 Lamongan). *Workshop* dan pendampingan bagi guru diberikan untuk mempersiapkan diri sebagai pionir pelaksanaan AKM yang memiliki kemampuan memahami dan merancang soal kategori numerasi. Para guru diberikan pre-test dan post-test pada saat *workshop* kemudian hasilnya akan dibandingkan dan dianalisis secara deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Hasil penelitian menyatakan bahwa dengan diberikannya *workshop* tersebut, terdapat peningkatan pada kemampuan guru dalam memahami soal berbasis AKM sebesar 24,19 poin. Namun, pada kemampuan merancang soal AKM hanya terdapat peningkatan sebesar 5,95 poin. Oleh karena itu, perlu dilakukan pembimbingan lanjutan pasca *workshop*.

Kata kunci: asesmen kompetensi minimum, numerasi, guru, matematika.

ABSTRACT

One of the latest topics in the world of education is the presentation of policies regarding the replacement of the National Examination (UN) into a Minimum Competency Assessment (AKM) and a character survey by the Minister of Education and Culture. With the new policy, all schools and school residents must make preparations as early as possible. Because this policy has never been implemented before, most educators (teachers) do not have sufficient insight into AKM. Therefore, it is necessary to conduct research on teacher competence in understanding and designing AKM-based questions. Teachers will be given a workshop that aims to provide insight and competence for teachers to prepare for the implementation of AKM in the future with the target of mathematics and science teachers at the state high school level in Babat District (SMAN 1 Babat and MAN 2 Lamongan). Workshops and mentoring for teachers are provided to prepare themselves as pioneers in the implementation of AKM who have the ability to understand and design numeracy category questions. The teachers were given pre-test and post-test during the workshop and the results would be compared and analyzed descriptively with a quantitative approach. The results of the study stated that by giving the workshop, there was an increase in the ability of teachers to understand AKM-based questions by 24.19 points. However, in the ability to design AKM questions, there was only an increase of 5.95 points. Therefore, it is necessary to carry out further post-workshop mentoring.

Keywords: minimum competency assessment, numeration, teacher, mathematics.

INTRODUCTION

The National Examination (NE) is a test for final graders at every level of primary and secondary education. This examination has caused controversy because of the huge amount of cheating, so it is no longer representative in measuring students' abilities. The national examination can affect students' psychological state, such as anxiety, fear, and decreased confidence. Most students lose confidence in doing examination questions because they are too afraid of not graduating and afraid of not being able to continue their education or career in the future (Bledsoe & Baskin, 2014). In addition, the fear of not being able to reach the targetted score that has been determined can also be one of the feelings that can form a negative perception of the national examination (Solehah, 2012). According to a study by Hadi & Arwan's (2011), a few weaknesses of national examination are: 1) educational disorientation in schools, 2) less meaningful learning process, 3) unfair ways of meeting standards, 4) only the

cognitive sphere is measurable, 5) the lack of objectiveness in graduation determinant, 6) unfair measurement of learning outcomes, and 7) closing access to quality education for the poor.

Minister of Education and Culture, Nadiem Makarim, through Merdeka Belajar program decided that in 2021 NE will be changed to Minimum Competency Assessment (AKM) and character survey (Kemendikbud, 2019). This policy gains a lot of good responses. AKM is expected to be a more comprehensive assessment to measure students' minimum ability. Furthermore, AKM will contain material that includes literacy, numeration, and character education skill tests (Ndiung & Jediut, 2020).

One of the motivations for initiating AKM was the results of PISA 2018. PISA stands for Programme for International Student Assessment held by the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) since 2000. PISA measures the ability of 15 year olds to use their reading, mathematics, and science knowledge and skills to meet real-life challenges (OECD, 2020).

Indonesia is one of the countries participating in the implementation of PISA. The results of the PISA 2018 assessment concluded that Indonesia was ranked lower compared to other participating countries. In the reading category, Indonesia is ranked 72 out of 78 with 70% of students under minimum competency grades. Then in the mathematics category, the ranking is 72 out of 78 with 71% of students having grades below the minimum competency. In the science category it also still ranks low (70 out of 78) with 60% of students with grades under minimum competencies (OECD, 2019). This condition is very concerning. Therefore, the Minister of Education formed AKM by adopting PISA.

Research on the development of PISA has been widely carried out in Indonesia. Rawani et al (2019) examined the ability of 15 year old students in the MIA 3 class of SMA 10 Palembang with the method of designing several instruments (RPP, question cards, scoring rubrics, and PISA questions on space and shape content based on the PISA question criteria). Based on the analysis of the results on 33 students, it displayed potential effects on basic mathematical abilities, including the ability of reasoning and argument. It also exhibited that students can develop and solve problems with modeling using their assumptions.

In addition, the ability to design problem-solving strategies emerged in using various procedures in solving problems that led to the conclusion.

Another research was conducted by Novita et al (2012) examined the problem solving skills of primary school students by performing tasks such as PISA questions (PISA like task). With descriptive analysis based on the test results of one-to-one students and small groups obtained the results of research that most students can use and understand the task well. In addition, based on the results of interviews it is known that they like to perform such tasks because it can improve their abilities and thinking abilities, as well as be able to explore their creativity.

Similar research was also conducted by Wulandari and Jailani (2018) related to the math skills of fifteen-year-old students in Yogyakarta in solving problems such as PISA. With a descriptive quantitative analysis approach obtained math skills of students aged 15 years old in Yogyakarta in solving problems such as PISA better than Indonesian students in PISA 2012, but still fall into the low category.

AKM was planned to be implemented in 2020 but was postponed to 2021 due to the Covid-19 pandemic. Until 2019, all high schools including SMAN Babat and MAN 2 Lamongan are still applying the National Examination according to the direction of the Ministry of Education and Culture. In other words, teachers do not yet have the experience to implement AKM. In addition, in both schools, all teachers have never implemented assessments such as AKM and character surveys.

The fundamental problem found in the field of mathematics in Babat Subdistrict, Lamongan Regency is that the high school teachers do not have the experience to conduct AKM or anything alike. In addition, the teachers have no special assistance in preparing the implementation of AKM.

Previous studies have focused only on measuring students' abilities, not measuring teacher abilities. Therefore, this research was conducted with the aim to know whether there is an improvement in the ability of teachers in understanding and designing AKM-based questions after being given knowledge and trained about it.

This paper is organized as follows. The background and motivation have been presented in introduction section. Then, the research method section includes the elaboration of data and variables and also steps of analysis. After that, the results of the analysis will be given in results and discussion section. Finally, the conclusion section summarizes this study.

RESEARCH METHOD

This study is a quantitative study that emphasizes on descriptive analysis. According to Marhamah (2016) descriptive analysis is a statistical technique used to analyze data by describing the collected data as it is without intending to make conclusions that apply to the public or generalization. Quantitative approach is an approach that uses numbers, starting from data collection, interpretation of the data, as well as the appearance of the results (Arikunto, 2013).

The data in this research are primary data obtained directly in the field at the time of the workshop. There were 26 workshop participants as research objects. However, there are some missing data so that a total of only 21 participants will be used in the analysis. There are two variables measured in this study, namely (1) the ability to understand AKM-based questions and (2) the ability to design AKM problems. Data are the result of pre-test and post-test on each of these variables.

The research steps are as follows:

1. Preparation of research instruments that include the design of pre-test and post-test questions

Because this study measures two variables, the pre-test and post-test are also designed based on those variables (the ability to understand AKM-based questions and the ability to design AKM problems). For the first variable, the teachers were given a set of mathematics questions (17 multiple choices and 3 essays), which were AKM-based questions. The pre-test was given before the workshop begin and last for one hour. The same set of questions were given after the workshop with the same duration.

For the second variable, the participants were asked to arrange their own questions (2 questions) three days before the workshop and had to submit it a

day before the workshop. This task is considered as pre-test for the second variable. For the post-test, the teachers were asked to design 2 AKM-based questions based on their understanding after receiving a lot of knowledge during the workshop. The duration for this test was 60 minutes.

2. Execution of AKM workshop

This workshop was held online via Zoom from 8 am to 3 pm. This includes one hour pre-test; one and a half hour lecture about the introduction to AKM-based questions; one hour simulation to design AKM-based questions; and two hours post-tests (post-test 1 and post-test 2).

3. Data collection

The data were collected from the pre-test and post-test results during the workshop.

4. Descriptive analysis of data

The descriptive analysis that used in this study is mean value of the score. Besides, the data were also displayed in pie and bar charts.

5. Drawing conclusions.

The conclusion was drawn based on the descriptive analysis of the data.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSIONS

After the execution of the introduction to Minimum Competency Assessment (AKM) Workshop, it is necessary to analyze the results of the workshop. In this workshop, teachers who master the field of mathematics will be guided on how to understand and design numeration problems in the field of mathematics in accordance with AKM standards. The proportion of teachers as participants in this workshop is shown in Figure 1 and Figure 2.

Based on Figure 1, the proportion of participants' institutions is almost the same. A total of 54% participants came from SMAN 1 Babat and the rest (46%) were from MAN 2 Lamongan. Figure 2 presents the percentage of participants based on the field of study that shows that this workshop was followed by the majority of math teachers with a percentage of 69% followed by physics, biology and chemistry.

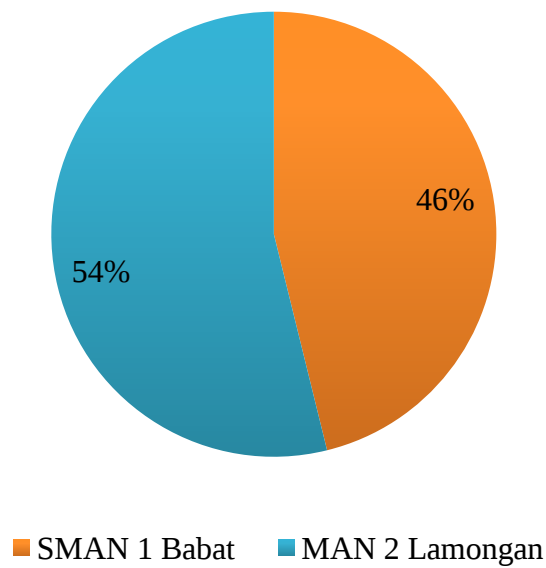


Figure 1. Proportion of Workshop Participants by Institution

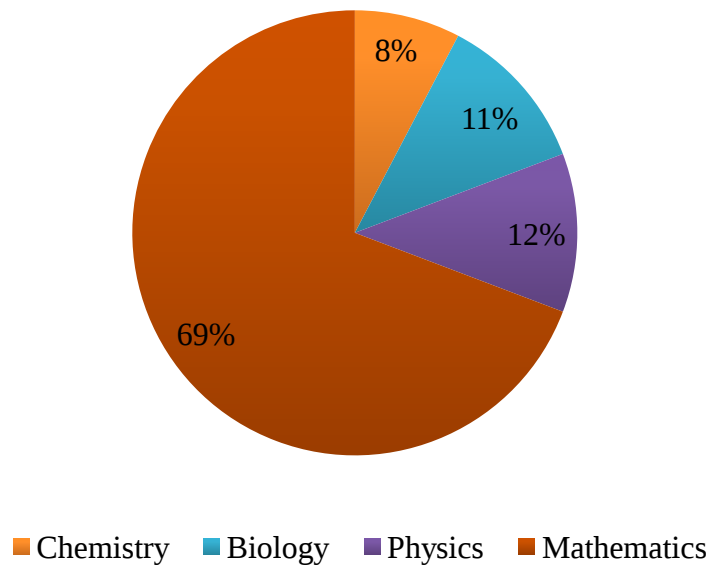


Figure 2. Proportion of Workshop Participants by Field of Study

There are two variables measured in this study to see whether there is an improvement in teachers' abilities. These variables include the ability to understand AKM-based questions and the ability to design AKM-based questions.

The Ability to Understand AKM-based Questions

To examine the improvement of the ability of SMAN 1 Babat and MAN 2 Lamongan teachers in understanding AKM-based questions. We conducted pre-test and post-test with the results shown in Figure 3.

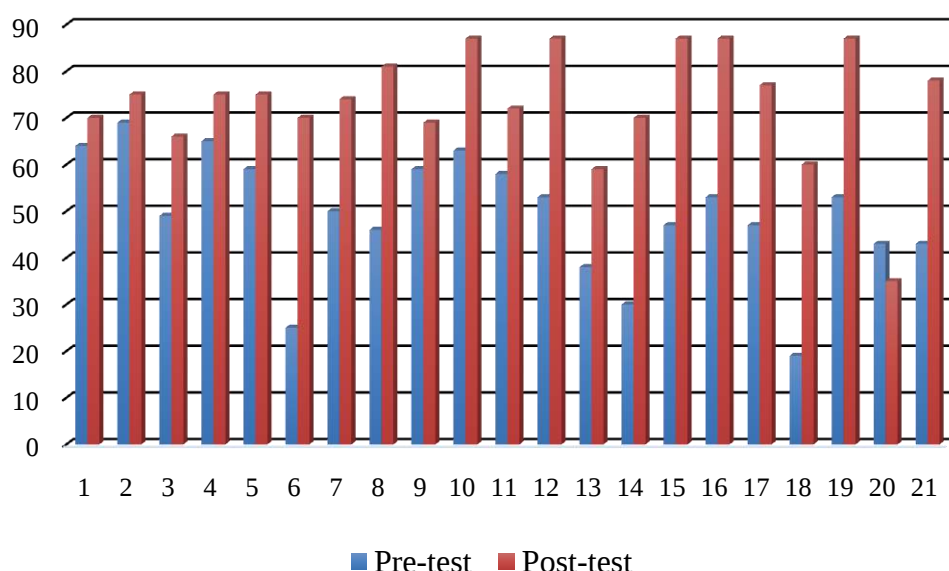


Figure 3. Diagram of Pre-Test and Post-Test Ability to Understand AKM-Based Questions

Based on Figure 3, one can see that there is an increase in the ability to understand about AKM by teachers of SMAN 1 Babat and MAN 2 Lamongan before (pre-test) and after (post-test). Improvement of the comprehension ability is more visible with an average score increase of 24.19 points. This means that there has been an improvement in the ability of teachers in the aspect of understanding about AKM-based questions after attending the workshop.

The Ability to Design AKM-based Questions

To know the improvement of the ability of SMAN and MAN teachers in Lamongan in designing AKM-based questions, we conducted pre-test and post-test in which the results are shown in Figure 4.

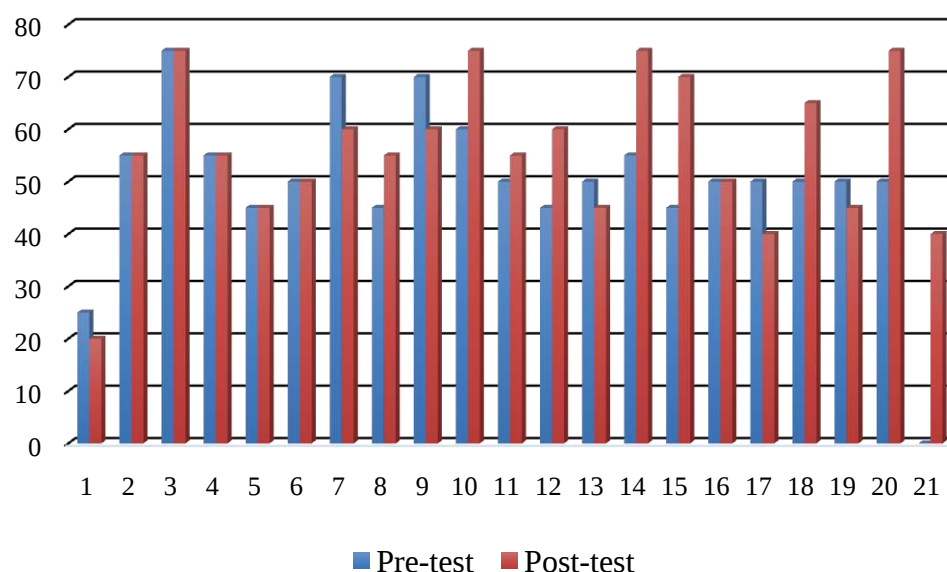


Figure 4 :Diagram of Pre-Test and Post-Test Ability to Design AKM Based-Question

Based on Figure 4, it is known that there is an increase in the ability to design AKM problems by teachers of SMAN 1 Babat and MAN 2 Lamongan before (pre-test) and after (post-test). However, the average score of increase is only 5.95 points, which is not as high as the ability to understand AKM-based questions. Because these points are still too small compared to the ability to understand the questions, a further assistance is recommended to have a higher competence in designing AKM-based questions.

CONCLUSION

The Workshop on the Introduction of Minimum Competency Assessment was held to facilitate teachers of SMAN 1 Babat Lamongan and MAN 2 Lamongan in understanding and designing AKM-based questions. After participating in the workshop, there is an increase in the ability of teachers SMAN 1 Babat and MAN 2 Lamongan in understanding the AKM-based question with an increase in the average post-test value of 24.19 points. However, in the ability to design AKM-based question, there was only an increase of 5.95 points. These improvement values suggest that the teachers need more assistance in designing

AKM-based questions. Therefore, the recommendation is to conduct a follow-up mentoring regarding the competence to design AKM-based questions.

REFERENCES

- Arikunto, S. (2013). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Bledsoe, T. S., & Baskin, J. J. (2014). Recognizing student fear: the elephant in the classroom. *College Teaching*, 62(1), 32-41.
- Hadi, A., & Arwan. (2011). Pro kontra Ujian Nasional (UN) dalam sistem evaluasi pendidikan di Indonesia. *Conciencia: Jurnal Pendidikan Islam*, 11(2), 79-92.
- Kemendikbud. (2019). *Tahun 2021, ujian nasional diganti asesmen kompetensi dan survei karakter*. Retrieved November 2020, 5, from Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan: <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2019/12/tahun-2021-ujian-nasional-diganti-asesmen-kompetensi-dan-survei-karakter>.
- Marhamah, S., Maiyastri, & Asdi Y. (2016). Studi prestasi mahasiswa dengan analisis statistika deskriptif (studi kasus: mahasiswa program studi matematika FMIPA Universitas Andalas tahun 2009-2011). *Jurnal Matematika UNAND*, 5(4), 36-44.
- Ndiung, S., & Jediut, M. (2020). Pengembangan instrumen tes hasil belajar matematika peserta didik sekolah dasar berorientasi pada berpikir tingkat tinggi. *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran*, 10(1), 94-111. <http://doi.org/10.25273/pe.v10i1.6274>
- Novita, R., Zulkardi, & Hartono, Y. (2012). Exploring primary student's problem-solving ability by doing tasks like PISA's question. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 3(2), 133-150. <https://doi.org/10.22342/jme.3.2.571.133-150>.
- OECD. (2019). *PISA 2018: latest result*. Retrieved November 2020, 5, from PISA, Programme for International Student Assessment: <https://www.oecd.org/pisa/>
- OECD. (2020). *What is PISA?*. Retrieved November 2020, 5, from PISA, Programme for International Student Assessment: <https://www.oecd.org/pisa/>
- Rawani, D., Putri, R. I. I., & Hapizah. (2019). PISA-like mathematics problems: using taekwondo context of Asian games. *Journal on Mathematics Education*, 10(2), 277-288. <https://doi.org/10.22342/jme.10.2.5243.277-288>
- Solehah, L. F. N. (2014). Faktor-faktor penyebab kecemasan siswa dalam menghadapi ujian nasional. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 25(16), 16-32. <https://doi.org/10.21009/PIP.251.3>
- Wulandari, N. F., & Jailani. (2018). Mathematics skill of fifteen years old students in Yogyakarta in solving problems like PISA. *Journal on Mathematics Education*, 9(1), 129-144. <https://doi.org/10.22342/jme.9.1.4231.129-144>

**PENGARUH PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN PERMAINAN
KREATIF DENGAN MEDIA *HANGER PLAY* TERHADAP KEAKTIFAN
DAN HASIL BELAJAR SISWA KELAS VII SMP NEGERI 11 SURABAYA**

Noor Riyadi Hidayat*¹, Shoffan Shoffa², Himmatul Mursyidah³, Iis Holisin⁴

^{1, 2, 3, 4}Universitas Muhammadiyah Surabaya

riyady01hidayat@gmail.com*¹, shoffan.pendmat@fkip.um-surabaya.ac.id²,

himmatul.pendmat@fkip.um-surabaya.ac.id³, iisholisin.pendmat@fkip.um-surabaya.ac.id⁴

**Corresponding author*

Received 12 June 2021; revised 01 July 2021; accepted 07 July 2021.

ABSTRAK

Belajar merupakan kegiatan penting bagi setiap orang. Sebuah survey memperlihatkan bahwa 82% anak-anak yang masuk sekolah pada usia 5-6 tahun memiliki citra diri positif tentang kemampuan belajar mereka sendiri. Namun angka tersebut turun drastis menjadi hanya 18% ketika usia mereka beranjak 16 tahun. Penyebab menurunnya kemampuan belajar ini adalah sikap malas, menggampangkan tugas, dan cara belajar siswa di rumah yang terlalu santai. Sama halnya ketika siswa belajar matematika. Diketahui konsep matematika pada umumnya bersifat abstrak sehingga sulit bagi siswa untuk dapat memahami materi dengan hanya mendengarkan penjelasan guru. Berdasarkan survey tersebut, digunakan pembelajaran permainan kreatif dengan menggunakan media *Hanger Play* sebagai alat bantu untuk menjadikan pembelajaran matematika lebih menarik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh metode permainan kreatif dengan media *Hanger Play* terhadap keaktifan dan hasil belajar siswa kelas VII SMP Negeri 11 Surabaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Karena penelitian ini berupaya mengetahui ada tidaknya pengaruh penerapan metode permainan kreatif dengan media *Hanger Play* terhadap keaktifan dan hasil belajar siswa. Kemudian di kembangkan secara deskriptif. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi dan angket respon siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh positif penggunaan metode permainan kreatif dengan media *Hanger Play* terhadap keaktifan dan hasil belajar siswa yang. Selain itu, dari hasil observasi diperoleh tingkat signifikan yang tinggi (siswa tertarik) terhadap pembelajaran matematika menggunakan metode dan media tersebut.

Kata kunci: *hanger play*, hasil belajar, keaktifan, metode permainan kreatif, pengaruh.

ABSTRACT

Learning is an important activity for everyone. A survey shows that 82% of children who enter school at the age of 5-6 years have a positive self-image about their own learning abilities. However, that number dropped drastically to only 18% when they turned 16 years old. The causes of this decline in learning abilities are lazy attitudes, simplify tasks, and the way students study at home is too relaxed. The same is true when students study mathematics. It is known that mathematical concepts are generally abstract so it is difficult for students to be able to understand the material by just listening to the teacher's explanation. Based on the survey, creative game learning was used using Hanger Play media as a tool to make mathematics learning more interesting. The purpose of this study was to determine whether there was an effect of the creative game method with Hanger Play media on the activity and learning outcomes of seventh grade students of SMP Negeri 11 Surabaya. The method used in this research is descriptive quantitative method. Because this study seeks to determine whether there is an effect of applying the creative game method with Hanger Play media on student activity and learning outcomes. Then developed descriptively. Data collection techniques using observation and student response questionnaires. The results showed that there was a positive effect of using the creative game method with Hanger Play media on the activeness and learning outcomes of students. In addition, from the results of observations obtained a high significant level (students are interested) in learning mathematics using these methods and media.

Keywords: hanger play, learning outcomes, activeness, creative game methods, influence.

PENDAHULUAN

Belajar merupakan kegiatan penting bagi setiap orang. Sebuah survey memperlihatkan bahwa 82% anak-anak yang masuk sekolah pada usia 5-6 tahun memiliki citra diri positif tentang kemampuan belajar mereka sendiri. Namun angka tersebut turun drastis menjadi hanya 18% ketika usia mereka beranjak 16 tahun (Suhardi, 2015). Penyebab menurunnya tingkat belajar ini diakibatkan 2 faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang berpengaruh dalam belajar siswa yaitu sikap malas, lalai waktu, menggampangkan tugas, dan cara belajar siswa di rumah yang terlalu santai. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh dalam belajar siswa adalah faktor dari keluarga seperti masalah dari keluarga yang mempengaruhi belajar, serta faktor sekolah yang dipengaruhi guru dan teman. Perlu diingat, guru tidak hanya sekedar memberi ilmu tetapi juga

secara tidak langsung membentuk karakter siswa (Juniarti, Bahari, & Riva'ie, 2015).

Menurut Badan Standar Nasional Pendidikan, pembelajaran matematika di SMP bertujuan agar siswa memiliki kemampuan sebagai berikut: (1) memahami konsep matematika, (2) menggunakan penalaran, (3) memecahkan masalah, (4) mengkomunikasikan gagasan, (5) memiliki sikap menghargai matematika, yaitu rasa ingin tahu perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika (BNSP, 2006). Dengan demikian, guru harus merancang pembelajaran agar siswa dapat memiliki lima kemampuan tersebut dengan cara menetapkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.

Dari sekian banyak mata pelajaran yang ada di jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP), menurut hasil wawancara dengan guru SMP Negeri 11 Surabaya diperoleh bahwa matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang dianggap sulit. Sering kali muncul keluhan dari siswa bahwa matematika adalah pelajaran yang menjenuhkan dan bahkan dianggap menakutkan bagi siswa. Bukan hanya itu saja, masih banyak perlakuan siswa yang menganggap remeh mata pelajaran matematika, seperti siswa sering tidak membawa buku paket dengan alasan lupa. Ada juga yang tertidur pulas saat jam pelajaran matematika. Bahkan siswa berani untuk mengatakan kepada guru bahwa jam pelajaran matematika lebih baik kosong. Hal-hal tersebut dapat berdampak pada rendahnya keaktifan dan hasil belajar matematika.

Penyebab dari masalah yang ditemui di SMP Negeri 11 Surabaya diantaranya guru lebih banyak menggunakan metode ceramah dengan alat bantu pembelajaran hanya berupa papan tulis dan LCD, belum ada media khusus yang dibuat dan digunakan dalam pembelajaran matematika. Keterbatasan metode dan media yang digunakan guru dapat berakibat siswa kurang aktif dalam mengikuti pembelajaran dan berdampak pada hasil belajar siswa di bawah rata-rata atau nilai di bawah standar Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditentukan oleh sekolah (Aunurrahman, 2009; Biantoro, Kristanti, & Mursyidah, 2020), hal tersebut juga dialami siswa di SMP Negeri 11 Surabaya.

Berdasarkan permasalahan yang ada, diperlukan metode pembelajaran yang menarik bagi siswa untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar pada

mata pelajaran matematika di SMP Negeri 11 Surabaya. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah Metode Permainan Kreatif (Antara, 2018; Handini, 2014; Lestari, 2015; Rahmawanti, 2016). Metode ini dapat mengembangkan berbagai aspek perkembangan pada diri anak. Perkembangan pada anak selain aspek fisik atau motorik juga terdapat aspek kognitif, bahasa, sosial, dan emosional (Nugraha, 2015). Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penerapan metode pembelajaran Permainan Kreatif dengan dilengkapi media *Hanger Play* terhadap keaktifan dan hasil belajar siswa kelas VII SMP Negeri 11 Surabaya. *Hanger Play* merupakan media yang berbahan dasar utama penjepit kertas. Media ini melatih siswa untuk belajar matematika melalui kerjasama kelompok, membuat pembelajaran lebih menarik, dan dapat meningkatkan konsentrasi siswa dalam belajar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang pada dasarnya menggunakan pendekatan deduktif-induktif. Pendekatan ini berangkat dari suatu kerangka teori, gagasan para ahli, maupun pemahaman peneliti berdasarkan pengalamannya, kemudian dikembangkan menjadi permasalahan-permasalahan beserta pemecahannya yang digunakan untuk memperoleh pembenaran (verifikasi) atau penolakan dalam bentuk dukungan data empiris di lapangan. Dengan kata lain dalam penelitian kuantitatif peneliti berangkat dari paradigma teoritik menuju data, dan berakhir pada penerimaan atau penolakan terhadap teori yang digunakan (Sugiono, 2016).

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *true eksperimental design*. Dalam *design* ini, peneliti dapat mengontrol semua variabel yang dapat mempengaruhi jalannya eksperimen. Salah satu bentuk dari *true eksperimental design* yaitu *one group pretest posttest design*. Desain yang dilakukan yakni dengan membandingkan hasil perolehan skor dari pelaksanaan *pretest* (O_1) dan *posttest* (O_2) seperti pada Gambar 1.

Pretest	Treatment	Posttest
O_1	X	O_2

Gambar 1. Desain *One Group Pretest Posttest*

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19 Juli sampai dengan 19 Agustus 2019 dengan populasi siswa kelas VII SMP Negeri 11 Surabaya tahun ajaran 2019/2020 yang terdiri dari 6 kelas, yaitu VII-A, VII-B, VII-C, VII-D, VII-E, dan VII-F. Tidak terdapat adanya penggolongan kelas antara siswa yang berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Setiap kelas terdiri dari siswa yang heterogen karena pada masing-masing kelas ada yang mempunyai kemampuan belajar yang tinggi, sedang, dan rendah. Adapun kelas yang diambil sebagai sampel dalam penelitian ini adalah kelas VII-A yang terdiri dari 32 siswa. Penentuan sampel dilakukan berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru matematika. Menurut guru matematika SMP Negeri 11 Surabaya siswa kelas VII-A kurang aktif dalam mengikuti proses pembelajaran. Selain itu, hasil belajar siswa dilihat dari nilai rata-rata kelas tergolong rendah.

Data yang dihimpun dalam penelitian ini meliputi data keaktifan siswa dari hasil observasi, data keterlaksanaan pembelajaran oleh guru dari hasil observasi, data hasil belajar siswa dari nilai *pretest* dan *posttets*, serta data respon siswa setelah mengikuti pembelajaran matematika menggunakan Metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* yang diperoleh dari kuesioner. Untuk kriteria keaktifan siswa yang digunakan dalam penelitian ini diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Keaktifan Siswa

No	Kategori Aktivitas Siswa yang Diamati	Waktu Ideal (Menit)	Rentang Waktu dengan Toleransi 10 (Menit)
1	Mendengar/memperhatikan penjelasan guru/siswa	15	$11,88 \leq x \leq 18,13$
2	Menemukan jawaban dan cara menjawab masalah	18	$15,75 \leq x \leq 20,25$
3	Membaca buku paket	8	$7 \leq x \leq 9$
4	Berdiskusi antar teman	20	$17,50 \leq x \leq 22,50$
5	Bertanya kepada guru jika kesulitan	3	$2,63 \leq x \leq 4,38$
6	Mempresentasikan hasil diskusi kelompok	4	$3,50 \leq x \leq 4,50$
7	Mengajukan pertanyaan/menanggapi	1	$0,75 \leq x \leq 1,25$

No	Kategori Aktivitas Siswa yang Diamati	Waktu Ideal (Menit)	Rentang Waktu dengan Toleransi 10 (Menit)
	pada saat presentasi kelompok		
8	Perilaku yang tidak relevan	0	0

Sumber: (Wuri, 2017)

Siswa dikatakan aktif apabila keseluruhan jumlah kategori yang efektif (memenuhi waktu ideal) lebih dari 50%. Sedangkan kriteria keterlaksanaan pembelajaran (*kp*) oleh guru diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran

Kriteria Penilaian	Persentase
Sangat Baik	$kp > 80\%$
Baik	$75\% < kp \leq 80\%$
Kurang Baik	$65\% < kp \leq 70\%$
Tidak Baik	$kp \leq 60\%$

Sumber: (Sugiono, 2015)

Untuk data respon siswa, dianalisis menggunakan persentase. Respon siswa dikatakan positif jika persentase kriteria positif dan sangat positif mencapai 70% atau lebih. Kriteria respon siswa (*R*) disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Respon Siswa

Kategori	Persentase
Sangat Positif	$80\% \leq R < 100\%$
Positif	$60\% \leq R < 80\%$
Cukup Positif	$40\% \leq R < 60\%$
Kurang Positif	$20\% \leq R < 40\%$
Tidak Positif	$0\% \leq R < 20\%$

Sumber: (Ula, Kristanti, & Mursyidah, 2019)

Batas pencapaian ketuntasan belajar di SMP Negeri 11 Surabaya ditetapkan pada skor 78. Pembelajaran di kelas dikatakan tuntas apabila persentase siswa dalam

satu kelas yang hasil belajarnya mencapai batas pencapaian ketuntasan belajar setelah menerapkan metode permainan kreatif menggunakan media *hanger play* lebih dari 75%. Kriteria hasil belajar diberikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Hasil Belajar

Kriteria Penilaian	Persentase
Sangat baik	$x > 80\%$
Baik	$75\% < x \leq 80\%$
Kurang baik	$65\% < x \leq 70$
Sangat kurang baik	$x \leq 60\%$

Sumber: (Wuri, 2017)

Adapun untuk uji hipotesis, dilakukan menggunakan bantuan *software* SPSS yang meliputi uji normalitas dan uji perbedaan dua rata-rata (uji-t). Hipotesis dalam penelitian ini diberikan sebagai berikut:

H_0 = hasil pembelajaran sebelum menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* sama dengan hasil pembelajaran setelah menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play*

H_1 = hasil pembelajaran sebelum menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* berbeda dengan hasil pembelajaran setelah menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pengambilan data, enam buah instrumen penelitian yaitu RPP, LKS, lembar observasi keaktifan siswa, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, *pretest* dan *posttest*, serta angket respon siswa terlebih dahulu divalidasi oleh guru matematika dan dosen pendidikan matematika. Melalui masukan dari para ahli, instrumen penelitian layak untuk digunakan dalam pengambilan data.

Penelitian dilakukan dalam 2 kali pertemuan pada materi himpunan. Data yang telah terhimpun selanjutnya dilakukan analisis. Untuk keaktifan siswa kelas VII-A dengan berpedoman pada Tabel 1 diberikan hasil seperti pada Tabel 5. Terdapat 3 jenis aktivitas siswa yang termasuk dalam kategori tidak efektif, yaitu

menemukan jawaban dan cara menjawab masalah, diskusi dengan teman, serta mempresentasikan hasil diskusi. Untuk aktivitas menemukan jawaban dan diskusi, rata-rata waktu yang digunakan lebih singkat dari rentang waktu toleransi. Hal tersebut terjadi karena belum semua siswa yang tergabung dalam kelompok berpartisipasi aktif dan masih ada yang sibuk sendiri seperti diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Suasana Diskusi dalam Kelompok

Sedangkan rata-rata waktu untuk mempresentasikan hasil melebihi rentang waktu toleransi, artinya dibutuhkan waktu yang lebih lama saat siswa menjelaskan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas seperti Gambar 2. Hal ini terjadi karena siswa belum terbiasa untuk melakukan aktivitas presentasi di depan kelas, serta belum semua siswa terlibat aktif saat diskusi kelompok. Namun demikian, apabila ini dibiasakan maka tidak menutup kemungkinan siswa akan menjadi terbiasa sehingga menjadi lebih efektif.



Gambar 1. Siswa Mempresentasikan Hasil Diskusi Kelompok

Meskipun masih terdapat 3 aktivitas siswa yang tidak efektif, diperoleh rata-rata keaktifan siswa adalah 62,5% sehingga dapat dikatakan keaktifan siswa saat mengikuti proses pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* termasuk dalam kategori efektif.

Tabel 5. Keaktifan Siswa saat Pembelajaran Matematika Menggunakan Metode Permainan Kreatif dengan Media *Hanger Play*

No	Aktivitas siswa yang diamati	Rata-rata waktu yang digunakan (menit)	Rentang waktu dengan toleransi 10 (menit)	Kategori
1	Mendengar/memperhatikan penjelasan guru/siswa	15	$11,88 \leq x \leq 18,13$	Efektif
2	Menemukan jawaban dan cara menjawab masalah	3	$15,75 \leq x \leq 20,25$	Tidak Efektif
3	Membaca buku paket	7	$7 \leq x \leq 9$	Efektif
4	Berdiskusi antar teman	4	$17,50 \leq x \leq 22,50$	Tidak Efektif
5	Bertanya kepada guru jika kesulitan	4	$2,63 \leq x \leq 4,38$	Efektif
6	Mempresentasikan hasil diskusi kelompok	6	$3,50 \leq x \leq 4,50$	Tidak Efektif
7	Mengajukan pertanyaan/menanggapi pada saat presentasi kelompok	1	$0,75 \leq x \leq 1,25$	Efektif
8	Perilaku yang tidak relevan	0	0	Efektif

Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu tentang penerapan metode bermain kreatif dalam pembelajaran matematika kelas III MI yang diperoleh hasil bahwa metode permainan kreatif berpengaruh dalam keaktifan siswa, bahkan dapat meningkatkan keaktifan siswa (Rahmawanti, 2016).

Selain keaktifan siswa, kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran juga diobservasi untuk mendapatkan data terkait keterlaksanaan pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play*. Terdapat 24 kegiatan yang diamati dalam pengelolaan pembelajaran oleh guru yang dibagi menjadi 6 fase. Pada fase I, terdapat 4 kegiatan yang diamati yaitu (1) guru membuka pelajaran dan meminta salah satu siswa untuk memimpin doa, (2) guru memotivasi dan mengingatkan kembali materi yang telah disampaikan sebelumnya, (3) guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin di capai, (4) guru memberikan gambaran tentang pentingnya memahami konsep materi himpunan dan memberikan gambaran tentang aplikasi nilai sehari-hari. Pada fase II, terdapat 6 kegiatan yang diamati yaitu (5) guru mempersiapkan media *Hanger Play*, (6) guru menyampaikan teknis bermain dengan media *Hanger Play*, (7) guru menyampaikan materi himpunan, (8) guru memberikan pertanyaan kepada siswa sebagai stimulus, (9) guru memberikan penjelasan terkait dengan materi dari hasil respon siswa setelah diberikan stimulus, dan (10) guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya. Pada fase III, terdapat 4 kegiatan yang diamati yaitu (11) guru mengorganisir siswa ke dalam kelompok heterogen yang terdiri 5-6 anggota, (12) guru membagikan LKS, (13) guru memberikan penjelasan cara mengerjakan LKS, dan (14) guru mengorganisir siswa untuk belajar sambil bermain dengan media *Hanger Play* di kelas.

Pada fase IV, terdapat 6 kegiatan yang diamati yaitu (15) setiap kelompok mengambil jenis data sesuai dengan petunjuk yang disampaikan oleh guru atau yang tertulis dalam LKS, (16) setiap kelompok menulis jenis data yang diambil kemudian ditulis di LKS, (17) setiap kelompok menuliskan jenis data yang diperoleh kedalam media *Hanger Play* sesuai dengan jenis data masing-masing, (18) setiap kelompok memilih jenis data yang ada di media *Hanger Play* kemudian mengolah data tersebut lalu ditulis dalam LKS, (19) setelah data di olah setiap kelompok, hasil data tersebut ditulis pada media *Hanger Play*, dan (20)

setiap kelompok mempresentasikan hasil secara bergantian. Pada fase V, terdapat 2 kegiatan yang diamati yaitu (21) setiap kelompok memberikan kesimpulan dari permainan dengan media *Hanger Play*, dan (22) guru memberikan kesimpulan terakhir sebelum menutup pembelajaran. Terakhir pada fase VI, terdapat 2 kegiatan yang diamati yaitu (23) guru mengumumkan dan memberikan apresiasi kepada kelompok terbaik, dan (24) guru mengucapkan salam penutup.

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh rata-rata keterlaksanaan pembelajaran untuk 24 kegiatan yang telah diamati pada pertemuan 1 dan 2 berturut-turut adalah 82,29% dan 89,58%. Berdasarkan Tabel 2, hasil tersebut menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran matematika di kelas VII-A SMP Negeri 11 Surabaya menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* termasuk dalam kategori sangat baik.

Data berikutnya yang diperoleh adalah respon siswa setelah mengikuti pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play*. Data ini dihimpun dengan menggunakan angket yang berisi 6 pertanyaan. Hasil angket respon siswa kemudian dianalisa berdasarkan Tabel 3 sehingga diperoleh hasil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Respon Siswa setelah Mengikuti Pembelajaran Matematika Menggunakan Metode Permainan Kreatif dengan Media *Hanger Play*

No	Pernyataan	Hasil Angket		Persentase	Kategori
		ya	tidak	Hasil Angket	
1	Pembelajaran menggunakan metode permainan kreatif membuat saya senang dan tertarik terhadap mata pelajaran matematika	32	0	100%	Sangat Positif
2	Pembelajaran menggunakan metode permainan kreatif membuat saya mudah	31	1	96%	Sangat Positif

No	Pernyataan	Hasil Angket		Persentase	Kategori
		ya	tidak	Hasil Angket	
	memahami mata pelajaran matematika				
3	Pembelajaran menggunakan permainan kreatif membuat saya aktif dalam bekerja kelompok	30	2	93%	Sangat Positif
4	Pembelajaran menggunakan permainan kreatif membuat saya memiliki kemampuan bekerjasama dengan baik	31	1	96%	Sangat Positif
5	Pembelajaran menggunakan permainan kreatif seperti tidak ada bedanya dengan pelajaran yang biasa dilakukan	7	25	78%	Positif
6	Pembelajaran menggunakan permainan kreatif membuat saya rajin untuk menyimak materi yang dipelajari.	29	3	90%	Sangat Positif

Lebih lanjut, hasil analisa menunjukkan bahwa rata-rata persentase respon siswa setelah mengikuti pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* sebesar 92,17%. Hal tersebut berarti respon siswa positif terhadap pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play*. Ini sejalan dengan penelitian tentang pengaruh pembelajaran matematika metode permainan terhadap motivasi belajar siswa. Hasil penelitian menunjukkan metode permainan berpengaruh dan dapat

meningkatkan motivasi belajar matematika siswa yang ditunjukkan melalui respon positif siswa (Handini, 2014; Lestari, 2015).

Adapun data hasil belajar siswa, diperoleh dari nilai *pretest* dan *posttest*. Nilai *pretest* digunakan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan siswa dalam memahami materi himpunan sebelum diberikan perlakuan berupa pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play*. Sedangkan nilai *posttest* untuk mengetahui kemampuan siswa memahami materi himpunan sesudah diberikan perlakuan. Berdasarkan hasil kerja siswa didapatkan nilai *pretest* dan *posttest* seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Hasil Belajar Siswa Kelas VII-A SMP Negeri 11 Surabaya

No.	Siswa	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	No.	Siswa	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
1	Abdul Aziz	65	80	17	Dean Elisa	60	85
2	Berliana P. Siwa	55	90	18	Mayla A.	50	90
3	Giffauzan A.	45	85	19	Muhammad	55	80
4	Moch. Fikri	50	95	20	Riski A. P.	55	80
5	Nizar Husain	45	80	21	Arjuna J.	55	80
6	Abiyyu Bilhuda	55	90	22	Safira Hijri	50	90
7	Brian Aditya	55	80	23	Dimas S.	60	90
8	Gusti Candra	55	90	24	Moch D. S.	60	80
9	Fariel F.	45	80	25	Putri Rita S	55	85
10	Nabila Putri Ayu	60	85	26	Bening M.	55	85
11	Aditia Hermanto	55	80	27	Sandy F.	65	85
12	Caya Puspitasari	50	90	28	Hanif J.	65	85
13	M. Fajar Hidayat	55	80	29	Nurul I.	65	85
14	Fadhilla R.	60	90	30	Zakiya I.	60	80
15	Nur Afia R.	65	90	31	Muflichul	60	85
16	Amelia Y. S.	55	85	32	Chairul A.	65	80

Untuk keseluruhan nilai *pretest* didapatkan belum ada yang memenuhi kriteria ketuntasan dengan skor 78. Namun setelah dilakukan pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* didapatkan

ketuntasan hasil belajar siswa menjadi 100%. Hal ini sejalan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang juga menunjukkan bahwa metode permainan kreatif dapat meningkatkan hasil belajar matematika siswa (Rahmawanti, 2016).

Selanjutnya, dari data hasil *pretest* dan *posttest* dilakukan analisa lebih lanjut untuk pengujian hipotesis ada tidaknya pengaruh pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* terhadap hasil belajar siswa. Dengan bantuan *software* SPSS berturut-turut dilakukan uji normalitas data dengan metode Kolmogorov-Smirnov, dan uji hipotesis menggunakan uji-t. Hasil olah data menggunakan SPSS dan interpretasi hasil diberikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Hipotesis

Hipotesis Penelitian	Uji Normalitas	Uji-t	Interpretasi
Pengaruh penerapan metode permainan kreatif dengan media <i>hanger play</i> terhadap hasil belajar siswa	Data signifikan bernilai 0,884	Data signifikan bernilai 0,000	Hipotesis diterima

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa nilai signifikansi $> 0,05$ yang berarti data berdistribusi normal, sehingga dapat dilakukan uji-t. Untuk uji-t, didapatkan nilai signifikansi $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, hasil pembelajaran sebelum menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* berbeda dengan hasil pembelajaran setelah menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play*. Lebih lanjut, nilai signifikansi dalam uji-t $< 0,05$ berarti terdapat pengaruh signifikan antara satu variabel independen terhadap variabel dependen (Suwaibah, Holisin, & Mursyidah, 2020), yaitu terdapat pengaruh pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* terhadap hasil belajar siswa kelas VII-A SMP Negeri 11 Surabaya yang bersifat positif. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian

terdahulu (Rahmawanti, 2016), metode permainan kreatif berpengaruh terhadap hasil belajar siswa meskipun media yang digunakan berbeda-beda.

SIMPULAN

Berdasarkan analisa hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* mempengaruhi keaktifan siswa kelas VII-A SMP Negeri 11 Surabaya selama proses pembelajaran. Meskipun masih terdapat 3 jenis aktivitas siswa yang tidak efektif, namun rata-rata keaktifan siswa menunjukkan nilai 62,5% yang berarti keaktifan siswa termasuk kategori efektif secara keseluruhan. Adapun dari hasil uji-t didapatkan bahwa pembelajaran matematika menggunakan metode Permainan Kreatif dengan media *Hanger Play* berpengaruh terhadap hasil belajar siswa kelas VII-A SMP Negeri 11 Surabaya yang bersifat positif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada kepala sekolah, guru matematika, dan siswa kelas VII SMP Negeri 11 Surabaya atas kesediaannya meluangkan waktu dan berpartisipasi dalam penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada dosen-dosen Program Studi Pendidikan Matematika, pimpinan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, serta pimpinan Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini berupa masukan perbaikan dan perizinan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antara, P. A. (2018). Stimulasi metode permainan kreatif berdesain creative movement dan budi pekerti dalam mengembangkan kemampuan spasial anak. *JPUD-Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 12(2), 301–310. <https://doi.org/10.21009/JPUD.122.11>
- Aunurrahman. (2009). *Belajar dan pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Biantoro, N. O. P. H., Kristanti, F., & Mursyidah, H. (2020). Pengaruh penilaian kinerja dan kecerdasan emosional berdasarkan project based learning (PjBL) terhadap hasil belajar matematika siswa. *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 2(2), 89–102. <https://doi.org/10.21580/square.2020.2.2.5257>
- BNSP. (2006). *Permendiknas RI no. 22 tahun 2006 tentang standar isi untuk satuan pendidikan dasar dan menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan

Nasional.

- Handini, A. (2014). *Penerapan metode permainan untuk meningkatkan motivasi belajar matematika siswa (penelitian tindakan kelas di MI Jam'iyatul Khair Ciputat)*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Juniarti, N., Bahari, Y., & Riva'ie, W. (2015). Faktor penyebab menurunnya hasil belajar siswa pada pembelajaran sosiologi di SMA. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 4(2), 1–11.
- Lestari, I. N. (2015). *Pengaruh metode permainan terhadap motivasi belajar matematika siswa kelas II SD N Plebengan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nugraha, B. (2015). Permainan kreatif untuk anak usia dini. *Jurnal Pendidikan Anak*, 2(1), 203–210. <https://doi.org/10.21831/jpa.v2i1.3030>
- Rahmawanti, M. (2016). *Penerapan metode bermain kreatif dalam pembelajaran matematika kelas III di MI Ma'arif NU 1 Pageraji Kecamatan Cilongok Kabupaten Banyumas*. Purwokerto: Institut Agama Islam Negeri.
- Sugiono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhardi, S. (2015). *Efektivitas penerapan model pembelajaran deep learning cycle (DELC) dalam meningkatkan hasil belajar matematika kelas VII MTs. DDI Parangsialla Kab. Jeneponto. Makassar*. Retrieved from <http://repository.uin-alauddin.ac.id/4341/>
- Suwaibah, D., Holisin, I., & Mursyidah, H. (2020). Pengaruh Pendekatan Mathematical Habits of Mind terhadap Kemampuan Literasi Matematika. *Jurnal Matematics Paedagogic*, 4(2), 126–135.
- Ula, M., Kristanti, F., & Mursyidah, H. (2019). Efektivitas pembelajaran dicoverly learning dengan media komik pada pembelajaran garis dan sudut di SMP negeri 7 Surabaya. *JMPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 4(1), 17–28.
- Wuri, R. F. (2017). *Pengaruh penggunaan lembar kerja siswa (worksheet) berbasis konstruktivisme pada materi sifat-sifat bangun datar di kelas V-B SD Muhammadiyah 26 Surabaya*. Surabaya: Universitas Muhammadiyah Surabaya.

**ANALISIS HUBUNGAN MEDIA SOSIAL DAN MEDIA MASSA DALAM
PENYEBARAN BERITA HOAKS BERDASARKAN
STRUCTURAL EQUATION MODELING-PARTIAL LEAST SQUARE**

**Christopher Andreas¹, Sakinah Priandi², Antonio Nikolas Manuel Bonar
Simamora³, M. Fariz Fadillah Mardianto^{*4}**

^{1,2,3,4}Program Studi Statistika, Departemen Matematika, Fakultas Sains dan
Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
christopher.andreas-2018@fst.unair.ac.id¹, sakinah.priandi-2018@fst.unair.ac.id², antonio.nikolas.manuel-2019@fst.unair.ac.id³,
m.fariz.fadillah.m@fst.unair.ac.id^{*4}

**Corresponding Author*

Received 27 June 2021; revised 12 July 2021; accepted 16 July 2021.

ABSTRAK

Kebebasan pers adalah salah satu fokus yang terus diwujudkan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Dengan didukung era digital, kebebasan pers telah menciptakan keterbukaan dan penyebaran informasi yang cepat dan luas. Namun, hal tersebut diikuti dengan perkembangan berita hoaks di media sosial dan media massa yang terus tumbuh dan menjadi masalah serius di Indonesia. Perkembangan tersebut membuat analisis hubungan media sosial dan media massa dalam penyebaran berita hoaks di Indonesia penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk model struktural yang menjelaskan hubungan kedua media tersebut dalam penyebaran berita hoaks. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah perkembangan berita hoaks di media sosial dan media massa yang dianalisis dengan mempertimbangkan dua model struktural menggunakan metode *Structural Equation Modeling-Partial Least Square* (SEM-PLS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkembangan berita hoaks di media sosial dan media massa saling berpengaruh signifikan. Melalui penelitian ini, rekomendasi kebijakan terkait upaya menekan perkembangan berita hoaks di media sosial dan media massa berbasis hasil pemodelan SEM-PLS dapat dirumuskan sehingga perkembangan berita hoaks dapat diminimalisir.

Kata kunci: berita hoaks, media massa, media sosial, SEM-PLS, SDGs.

ABSTRACT

Press freedom is one of the focuses that continues to be realized in the Sustainable Development Goals (SDGs). Supported by the digital era, press freedom has created openness and rapid and widespread information. However, this was followed by the development of the hoax news on social media and mass media, which continued to grow and became a serious problem in Indonesia. These developments make it important to analyze the relationship between social media and mass media in spreading hoax news in Indonesia. This study aims to form a structural model that explains the relationship between the two media in the spread of hoax news. The variables used in this study were the development of the hoax news in social media and mass media, which were analyzed by considering two structural models using the Structural Equation Modeling-Partial Least Square (SEM-PLS) method. The results showed that the development of hoax news in social media and mass media had a significant effect on each other. Through this research, policy recommendations related to efforts to suppress the development of the hoax news in social media and mass media based on the results of SEM-PLS modeling can be formulated so that the development of the hoax news can be minimized.

Keywords: hoax news, mass media, social media, SEM-PLS, SDGs.

PENDAHULUAN

Di era digital, tingginya mobilitas teknologi informasi dalam konteks media pers menyebabkan hilangnya batasan antara komunikator (penyampai pesan) dan komunikan (penerima pesan) baik dalam batasan ruang maupun waktu. Hilangnya batasan tersebut menyebabkan tingginya *output* informasi yang lebih beragam. Dalam hitungan detik, berbagai informasi dapat disebarkan ke seluruh dunia melalui berbagai sarana atau platform media sosial, tak terkecuali dengan berita palsu atau hoaks. Kehadiran media sosial telah menjadi ruang baru bagi masyarakat yang tidak lagi dibatasi oleh ruang dan waktu. Hilangnya batas fisik dan berkembangnya berita hoaks merupakan konsekuensi baru bagi masyarakat dunia dan telah menjadi budaya konsumtif global (Agustina, 2018). Perkembangan berita hoaks tersebut telah menimbulkan kekhawatiran dan menjadi masalah serius di berbagai negara, tak terkecuali di Indonesia (The Asean Post, 2019). Bagaimanapun, untuk mewujudkan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya pada pilar ke-16 yaitu penguatan masyarakat yang inklusif dan damai untuk pembangunan berkelanjutan, berita hoaks harus diminimalisir.

Masyarakat Telematika Indonesia (Mastel) menunjukkan bahwa 89,2% masyarakat di Indonesia terganggu dengan adanya berita hoaks dan 20,3% masyarakat menyatakan ragu dalam membedakan apakah sebuah berita termasuk benar atau palsu. Selain itu, intensitas waktu masyarakat dalam menerima berita hoaks menunjukkan bahwa 14,7% masyarakat menerima berita hoaks lebih dari satu kali per hari dan 34,6% masyarakat menyatakan menerima berita hoaks setiap hari (Mastel, 2019). Data statistik hoaks yang dirilis oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) menunjukkan bahwa isu hoaks di Indonesia semakin meningkat sejak masa pandemi COVID-19 (Kominfo, 2020).

Berita hoaks di Indonesia berkembang melalui berbagai media diantaranya media massa yang meliputi media cetak, media elektronik, dan media online. Survei yang dilakukan oleh Mastel pada tanggal 1 – 15 Maret 2019 yang melibatkan 941 responden menunjukkan bahwa sebagian besar responden sering menemukan informasi hoaks melalui sosial media (87,5%), aplikasi *chatting* (67%), situs web (28,2%), media cetak (6,4%), dan televisi atau radio (8,1%) (Mastel, 2019). Selain itu, Badan Intelijen Negara (BIN) menemukan bahwa 60% konten media sosial adalah informasi hoaks (Monavita, 2018).

Pada dasarnya terdapat hubungan dua arah antara penyebaran informasi di media massa dan media sosial. Dengan kata lain, informasi yang disebarakan melalui media sosial merupakan informasi yang disebarakan melalui media massa, begitupun sebaliknya (Azman, 2018). Berdasarkan data Kominfo pada periode 23 Januari – 10 Agustus 2020 menunjukkan jumlah isu hoaks paling banyak ditemukan di *Facebook* sebanyak 1.403 konten, disusul dengan *Twitter* sebanyak 478 konten, *Instagram* dan *YouTube* masing-masing sebanyak 20 konten (Kominfo, 2020). Data Kominfo (2020) juga menunjukkan bahwa 84,76% masyarakat Indonesia mengandalkan *Whatsapp* untuk komunikasi sehari – hari. Sebagaimana dalam media sosial, pesan hoaks yang viral di *Whatsapp* seringkali berbentuk teks atau gambar yang menyebar dari satu pengguna ke pengguna lain. Selain itu, rendahnya kualitas jurnalis dan kurangnya verifikasi pada proses produksi pemberitaan pada media massa juga dapat menyebabkan konten hoaks terus berkembang (Fadli, 2018). Asiati dan Septadiyanto (2018) menyatakan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah pengguna

Whatsapp, Facebook, dan Instagram terbesar secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan berita hoaks di media sosial dan media massa merupakan masalah serius yang saat ini terjadi di Indonesia.

Penelitian terkait perkembangan berita hoaks di Indonesia telah beberapa kali dilakukan. Menurut Rosmalinda (2017) menyatakan bahwa faktor penyebab penyebaran berita hoaks adalah kurangnya minat membaca, sehingga ada kecenderungan membahas berita yang tidak berdasarkan data akurat sehingga hanya mengandalkan daya ingat atau sumber yang tidak jelas. Selain itu, kemajuan dan ragam media komunikasi yang dimiliki oleh masyarakat menyebabkan masyarakat dan negara menghadapi efek hoaks sebagai akibat *communication jammed* yang terjadi di masyarakat (Bungin, 2017). Masyarakat sekitar juga memiliki pengaruh sebesar 6,5% terhadap intensitas berbagi informasi (Putri, 2019). Namun, penelitian tersebut belum menganalisis secara khusus bagaimana hubungan media sosial dan media massa terhadap perkembangan berita hoaks di Indonesia.

Pada penelitian ini, hubungan perkembangan berita hoaks di media sosial dan media massa dikonfirmasi dengan analisis dari berbagai indikator jenis media dengan metode *Structural Equation Modeling – Partial Least Square* (SEM-PLS). SEM-PLS merupakan suatu teknik analisis multivariat yang dapat digunakan untuk menguji dan mengestimasi secara simultan hubungan antara satu atau lebih variabel dependen dengan banyak faktor (Wang, *et. al.*, 2020). Ada berbagai penelitian yang menerapkan metode SEM-PLS dalam menganalisis sebuah permasalahan seperti analisis motivasi belajar siswa pada lembaga bimbingan belajar (Mardianto, *et. al.*, 2019). Penerapan terbaru SEM-PLS adalah untuk menganalisis kepercayaan depositor pada bank konvensional dan bank syariah di Indonesia (Cahyono, *et. al.*, 2021), dan digunakan untuk mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi kepatuhan masyarakat Madura terhadap protokol kesehatan selama pandemi COVID-19 (Mardianto, *et. al.*, 2021).

Analisis hubungan media sosial dan media massa dalam penyebaran perkembangan berita hoaks di Indonesia yang ditinjau dari beberapa indikator menjadi kebaruan penelitian ini. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada karakteristik perilaku masyarakat dalam menyikapi perkembangan berita hoaks di

Analisis Hubungan Media Sosial dan Media Massa dalam Penyebaran Berita Hoaks berdasarkan Structural Equation Modeling-Partial Least Square

Indonesia khususnya melalui media sosial dan media massa. Melalui penelitian ini, model statistik yang menjelaskan hubungan antar variabel dan tinjauan pustaka terkait karakteristik perilaku masyarakat dalam menyikapi perkembangan hoaks di media sosial dan media massa dapat diketahui sehingga dapat dirumuskan tindakan preventif agar masyarakat tidak mudah terkena berita hoaks. Hal dapat digunakan sebagai acuan dan rekomendasi bagi pemerintah beserta pihak terkait dalam pembuatan kebijakan, solusi, dan jalan keluar bagi masalah tersebut.

METODE PENELITIAN

Data dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh melalui survei dimana respondennya telah mewakili 34 provinsi di Indonesia. Sebanyak 300 responden berpartisipasi dalam survei yang berlangsung secara luring maupun daring pada akhir Mei hingga awal Juni 2021. Persebaran responden di setiap provinsi disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran Responden Survei

Survei dilaksanakan dengan cara menyebarkan kuesioner kepada responden yang berdomisili di Surabaya dan sekitarnya (wilayah yang mudah dijangkau), melakukan wawancara secara daring melalui *video conference* kepada responden yang tinggal di luar pulau, serta mendistribusikan kuesioner secara daring kepada responden dengan menggunakan *Google Forms*. Pertanyaan yang ditanyakan adalah mengenai perkembangan berita hoaks di media sosial dan media massa.

Teknik *sampling* yang digunakan untuk memperoleh sampel adalah *quota sampling*. Menurut Thompson (2012), *quota sampling* merupakan metode *non-probability sampling* yang dipakai untuk memperoleh sampel berdasarkan proporsi dari distribusi suatu variabel dalam populasi. Hair, *et. al.*, (2017) menyatakan bahwa ukuran sampel minimal yang ideal adalah sepuluh kali jumlah indikator, atau 10×20 . Banyak indikator dalam penelitian ini adalah 7. Dengan demikian, ukuran sampel minimal yang sesuai dengan kaidah SEM-PLS adalah 70. Artinya, jumlah responden yang diperoleh telah memenuhi syarat.

Tabel 1. Variabel Laten terkait Berita Hoaks beserta Indikatornya

No	Variabel	Indikator
1.	Perkembangan Berita Hoaks di Media Sosial (<i>S</i>)	Perkembangan berita hoaks di media sosial <i>Whatsapp</i> (S_1) Perkembangan berita hoaks di media sosial <i>Facebook</i> (S_2) Perkembangan berita hoaks di media soaial <i>Instagram</i> (S_3)
2.	Perkembangan Berita Hoaks di Media Massa (<i>M</i>)	Perkembangan berita hoaks di media cetak koran (M_1) Perkembangan berita hoaks di media elektronik televisi (M_2) Perkembangan berita hoaks di media elektronik radio (M_3) Perkembangan berita hoaks di media <i>online</i> seperti <i>website</i> atau <i>blog</i> (M_4)

Data penelitian diolah dan dianalisis menggunakan metode SEM-PLS. Metode SEM-PLS melibatkan variabel laten yang tidak dapat diobservasi secara langsung namun dapat diukur oleh beberapa indikator (variabel manifes) yang berkaitan. Sebuah indikator hanya boleh berkaitan dengan satu variabel laten saja (Avkiran dan Ringle, 2018). Dalam hal ini, variabel laten dengan data ordinal yang digunakan dalam SEM-PLS ditampilkan dalam Tabel 1.

Selanjutnya, prosedur analisis diawali dengan menyusun model struktural berdasarkan kajian teori yang relevan. Model tersebut diestimasi dengan SEM-PLS melalui sejumlah tahapan evaluasi model. Setelah model memenuhi seluruh kriteria dalam SEM-PLS, interpretasi dan rekomendasi dapat dirumuskan berbasis model struktural yang diperoleh.

Secara lengkap, prosedur analisis tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Mendapatkan model berbasis konsep dan teori untuk menyusun rancangan model struktural.
2. Menghubungkan antar variabel melalui diagram jalur.
3. Mengkonversi diagram jalur ke dalam sistem persamaan struktural untuk dilakukan estimasi parameter.

Estimasi parameter model meliputi tiga hal, yaitu estimasi bobot (*weight estimate*), estimasi jalur (*path estimate*), dan estimasi rata-rata (*mean*) dan parameter lokasi (nilai konstanta regresi) (Ghozali, 2014).

4. Melakukan evaluasi pada *outer model*

Evaluasi model dilakukan pengujian validitas dan reliabilitas. Pengujian validitas dilakukan dengan melihat nilai *loading factor* dan *Average Variance Extracted* (AVE) (Ghozali, 2014).

- a. *Loading factor*. Nilai *loading factor* diatas 0,7 dapat dikatakan ideal.
- b. *Average Variance Extracted* (AVE). Nilai AVE minimal 0,5 untuk menunjukkan *convergent validity* yang baik.

Sedangkan pengujian reliabilitas dilakukan dengan melihat nilai *composite reliability* dan *Cronbach's alpha*

- i. *Composite reliability*. Aturan nilai *composite reliability* harus lebih besar dari 0,7, meskipun 0,6 dapat diterima (Santosa, 2018).

- ii. *Cronbach's alpha*. Nilai *cronbach's alpha* harus lebih besar dari 0,7.

Meskipun 0,6 masih dapat diterima (Ghozali, 2014).

5. Melakukan evaluasi pada *inner model* (model struktural)

Evaluasi model struktural dilakukan dengan melihat *R-Square*. Model struktural dapat dievaluasi dengan mengamati signifikansi hubungan antara variabel laten. Hal ini dapat dilihat dari *path coefficient* yang menggambarkan hubungan antara variabel laten. Hasil tersebut dapat diperoleh dari signifikansi *path coefficient* yang diperoleh dari proses *bootstrapping*.

6. Melakukan evaluasi pada keseluruhan model

Secara keseluruhan, model SEM-PLS dievaluasi berdasarkan nilai Indeks *Goodness of Fit* (GoF). Perhitungan indeks GoF dapat dilakukan dengan formulasi akar $\overline{com}$ dikalikan akar $\overline{R^2}$. Nilai $\overline{com}$ diperoleh rata-rata dari AVE dan $\overline{R^2}$ adalah nilai rata-rata dari *R-Square* dengan kriteria 0,1 (GoF *small*), 0,25 (GoF *moderat*), dan 0,36 (GoF *large*) (Hair, et. al., 2017).

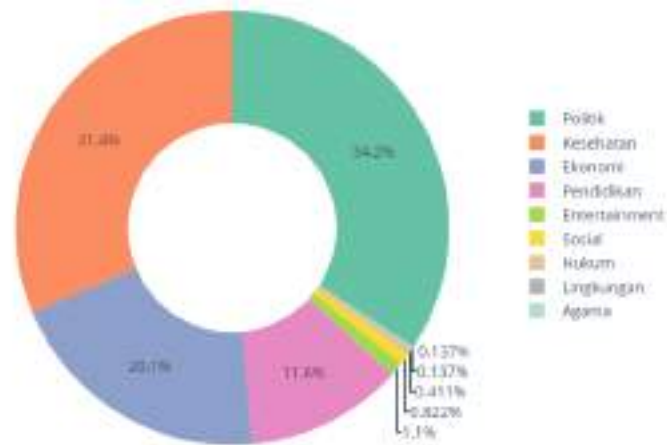
7. Menginterpretasikan hasil permodelan.

8. Menentukan rekomendasi berdasarkan hasil model struktural.

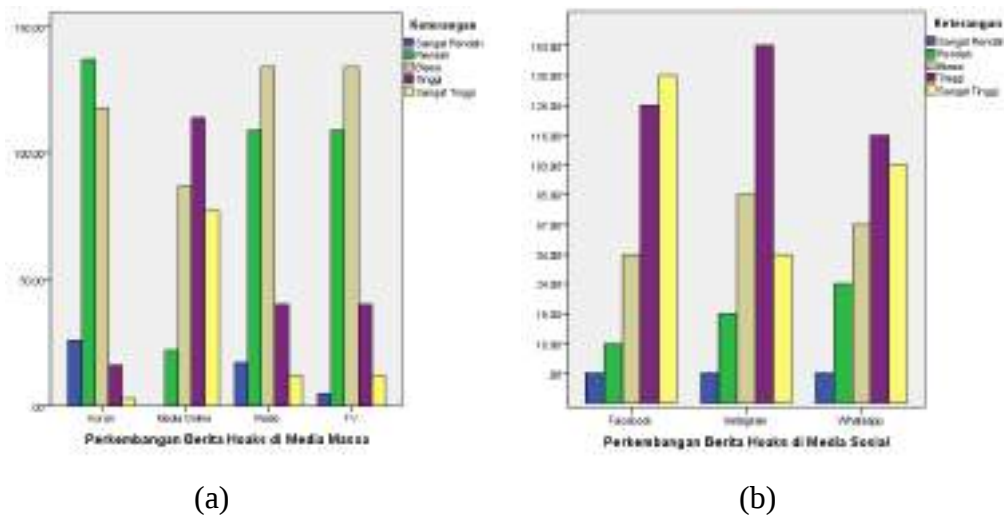
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tahap analisis diawali dengan melakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik responden dalam menjelaskan gambaran umum tentang variabel yang diduga berpengaruh terhadap perkembangan berita hoaks di Indonesia. Secara ringkas, demografi responden yang berasal dari berbagai kalangan masyarakat adalah 80,3% didominasi oleh generasi milenial, 45,67% tinggal di Pulau Jawa, 69% berpendidikan terakhir SMA sederajat, 72,33% sebagai mahasiswa, dan 51,33% responden memiliki waktu rata – rata harian mengkonsumsi berita antara 15 sampai 45 menit. Sebaran demografi responden tersebut logis mengingat pengakses utama media sosial dan media massa adalah generasi milenial. Menurut responden, konten berita yang kerap kali dijadikan sebagai berita hoaks secara berurutan adalah berita politik, kesehatan, ekonomi, pendidikan, *entertainment*, sosial, hukum, lingkungan, dan agama yang disajikan dalam Gambar 2.

Analisis Hubungan Media Sosial dan Media Massa dalam Penyebaran Berita Hoaks berdasarkan Structural Equation Modeling-Partial Least Square



Gambar 2. Donut Chart Konten Berita Hoaks yang Sering Dijumpai Responden

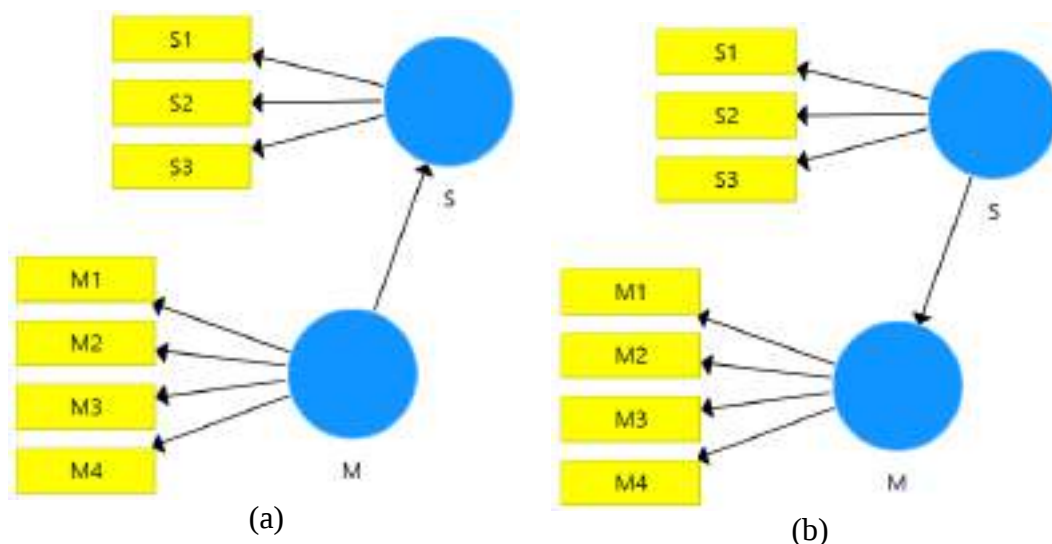


Gambar 3. Perkembangan Berita Hoaks di (a) Media Massa dan (b) Media Sosial berdasarkan Responden

Sebanyak 72,94% responden sering mendapati adanya berita hoaks di media sosial. Tanggapan responden terkait perkembangan berita hoaks di media sosial Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, secara umum dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden menyatakan bahwa perkembangan hoaks di *Facebook*, *Instagram*, dan *Whatsapp* tergolong tinggi. Sementara itu, responden yang sering menemui adanya berita hoaks di media massa memiliki persentase sebesar 27,06%. Tanggapan responden terkait perkembangan berita hoaks di media sosial juga disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, secara umum dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden menyatakan bahwa perkembangan hoaks

di koran serta radio rendah, perkembangan berita hoaks di televisi tergolong biasa, dan perkembangan hoaks di media online tergolong tinggi.

Perkembangan berita hoaks di Indonesia tersebar baik melalui media sosial maupun media massa. Oleh karena itu, pemodelan SEM-PLS didasarkan pada dua model yaitu model perkembangan berita hoaks di media sosial dan model perkembangan berita hoaks di media massa. Kedua model tersebut memiliki variabel dan indikator yang sama, namun memiliki arah jalur yang berbeda seperti disajikan pada Gambar 4. Pemodelan SEM-PLS diawali dengan melakukan pengujian validitas pada setiap indikator yang digunakan. Hasil pengujian validitas pada setiap indikator tersebut ditinjau dari nilai *outer loading* pada setiap indikator yang disajikan pada Tabel 2.



Gambar 4. Model Struktural untuk Perkembangan Berita Hoaks di (a) Media Massa dan (b) Media Sosial

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa indikator M_1 , M_2 , M_3 , dan S_3 tidak valid yang ditandai dengan nilai *outer loading* yang kurang dari 0,7. Dengan demikian, variabel perkembangan berita hoaks di media massa dan sosial berturut – turut memiliki satu indikator valid dan dua indikator valid. Oleh karena itu, dilakukan estimasi ulang pada model struktural menggunakan seluruh indikator yang valid. Hasil estimasi ulang tersebut menunjukkan bahwa indikator yang

digunakan pada setiap variabel telah valid dengan nilai *outer loading* yang lebih dari 0,7 seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai *Outer Loading* pada Hasil Estimasi Awal dan Hasil Estimasi Ulang

Indikator	Nilai <i>Outer Loading</i> Estimasi	Nilai <i>Outer Loading</i>
	Awal	Estimasi Ulang
M_1	-0,077	-
M_2	0,104	-
M_3	0,078	-
M_4	0,989	1,000
S_1	0,834	0,841
S_2	0,845	0,863
S_3	0,459	-

Selanjutnya, dilakukan evaluasi model SEM-PLS yang ditinjau dari *outer model* dan *inner model*. Dalam hal ini, evaluasi pada *outer model* meliputi pengujian validitas melalui uji *discriminant validity* yang ditinjau dari nilai *cross loading* dan nilai AVE, serta pengujian reliabilitas melalui *kriteria composite reliability*. Selain itu, dihasilkan nilai *cross loading* setiap indikator pada variabel laten itu sendiri yang memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan nilai *cross loading* pada variabel lain. Hal ini menunjukkan bahwa setiap indikator telah memenuhi *discriminant validity*. Lebih lanjut, nilai AVE dari setiap variabel menunjukkan bahwa seluruh variabel laten telah valid untuk digunakan. Hal tersebut ditandai dengan nilai $AVE \geq 0,5$ seperti yang disajikan pada Tabel 3. Selain itu, seluruh variabel juga memiliki tingkat reliabilitas yang baik dengan nilai *composite reliability* $> 0,7$ untuk setiap variabel.

Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian hipotesis untuk melihat signifikansi hubungan antar variabel laten sebagai bagian dari evaluasi pada *inner model*. Hubungan antar variabel laten didasarkan pada model struktural seperti pada Gambar 5. Dengan proses *bootstrapping*, nilai koefisien jalur dan statistik T untuk setiap model struktural yang dibangun disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Nilai AVE dan *Composite Reliability* Model Struktural

Indikator	Perkembangan Berita	Perkembangan Berita
	Hoaks di Media Sosial	Hoaks di Media Massa
AVE	0,726	1,000
<i>Composite Reliability</i>	0,841	1,000

Tabel 4. Nilai Koefisien Jalur dan Statistik T untuk Setiap Model Struktural

Model	Variabel	<i>Original Sample</i>	Statistik T	<i>P-Value</i>
Perkembangan Berita	Media Massa →	0,374	6,645	0,000
Hoaks di Media Sosial	Media Sosial			
Perkembangan Berita	Media Sosial →	0,374	6,868	0,000
Hoaks di Media Massa	Media Massa			

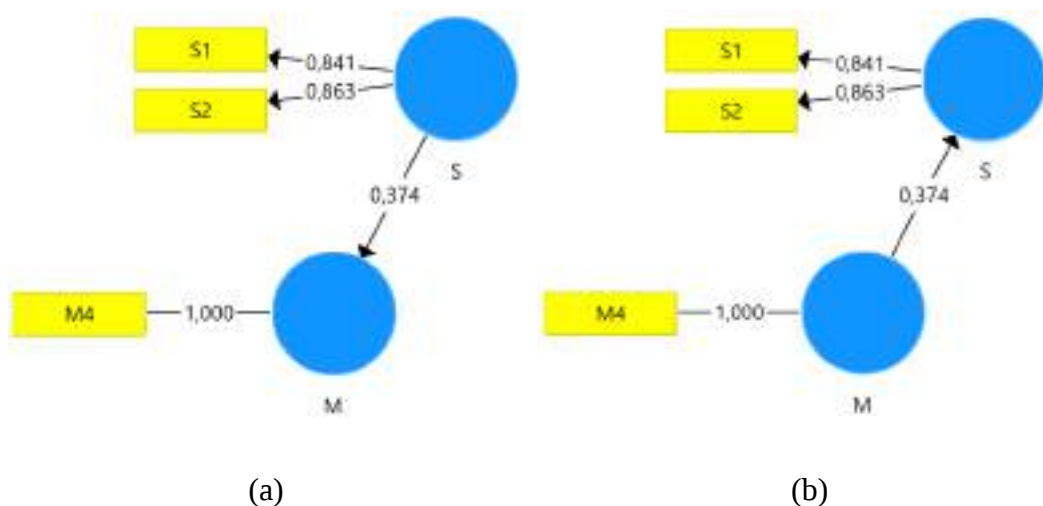
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, diperoleh bahwa perkembangan berita hoaks di media massa berpengaruh signifikan terhadap perkembangan berita hoaks di media sosial yang ditandai dengan nilai *p-value* sebesar 0,000. Hal yang sama juga berlaku pada perkembangan berita hoaks di media massa yang dipengaruhi oleh perkembangan berita hoaks di media sosial. Lebih lanjut, kedua model tersebut memiliki nilai GoF yang sama yaitu sebesar 0,3476. Menurut Hair, *et. al.* (2017), nilai GoF masuk dalam kategori tinggi apabila mendekati nilai 0,36. Oleh karena itu, kedua model tersebut memiliki kemampuan yang tinggi dalam menjelaskan data empiris. Hasil pemodelan SEM-PLS tersebut disajikan pada Gambar 5. Bentuk akhir model SEM-PLS tersebut secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$s = 0,374 m + \zeta \quad (1)$$

$$m = 0,374 s + \zeta \quad (2)$$

Berdasarkan Persamaan (1), terlihat bahwa peningkatan perkembangan berita hoaks di media massa akan menyebabkan perkembangan berita hoaks di media sosial meningkat sebesar 37,4%. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh Persamaan (2) yang mengindikasikan bahwa setiap peningkatan perkembangan berita hoaks di media sosial, maka perkembangan berita hoaks di media massa

akan meningkat sebesar 37,4%. Dengan kata lain, perkembangan berita hoaks di salah satu media tersebut saling mempengaruhi satu sama lain. Hal tersebut mengkonfirmasi hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa ada interaksi media sosial dan media massa dalam penyebaran suatu informasi (Azman, 2018).



Gambar 5. Bentuk Akhir Model SEM-PLS untuk Perkembangan Berita Hoaks di
(a) Media Massa dan (b) Media Sosial

Pada umumnya, berita hoaks yang banyak tersebar di media sosial akan membentuk opini publik yang membuat berita tersebut tampak seperti benar (Juditha, 2018). Opini publik yang salah tersebut ikut berkembang di media massa. Kondisi ini dapat terjadi akibat kurangnya proses verifikasi dalam produksi berita di media massa maupun kualitas jurnalis yang kurang ideal (Fadli, 2018). Oleh sebab itu, perkembangan berita hoaks di media sosial akan turut mempengaruhi perkembangan berita hoaks di media massa. Sebaliknya, kesalahan pemberitaan di media massa juga mampu membentuk opini publik yang salah sehingga menimbulkan banyak informasi hoaks di media sosial. Untuk itu, upaya mengurangi perkembangan berita hoaks di Indonesia harus dilakukan secara bersama baik pada media sosial maupun media massa. Rekomendasi kebijakan berbasis hasil pemodelan struktural yang telah diperoleh guna mengatasi perkembangan berita hoaks di Indonesia tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekomendasi Kebijakan

Media Sosial	Media Massa
1. Pemerintah dapat memblokir akun – akun penyebar hoaks di media sosial.	1. Setiap kantor berita dapat menerapkan seleksi dan verifikasi berita secara ketat sebelum dipublikasikan ke masyarakat.
2. Pemerintah dapat memberikan sanksi tegas bagi para pelaku dan penyebar berita hoaks di media sosial.	2. Peningkatan kualitas jurnalis dan menegakkan kode etik jurnalistik.
3. Pemerintah dapat aktif memberantas berita hoaks dengan cara ikut memberikan klarifikasi berita yang sebenarnya melalui akun – akun media sosial milik pemerintah.	3. Ikut memberantas berita hoaks yang berkembang di masyarakat dengan memberikan klarifikasi berita yang sebenarnya.

SIMPULAN

Secara umum, perkembangan berita hoaks di Indonesia banyak tersebar melalui media sosial dibandingkan media massa. Namun, perkembangan berita hoaks di salah satu media tersebut akan mempengaruhi peningkatan perkembangan berita hoaks di media lain secara signifikan. Dengan kata lain, perkembangan berita hoaks yang meningkat di media sosial akan menimbulkan peningkatan perkembangan berita hoaks di media massa, dan sebaliknya. Dalam hal ini, perkembangan berita hoaks di media sosial didominasi oleh media *Whatsapp* dan *Facebook*. Sebaliknya, perkembangan berita hoaks di media massa didominasi oleh media online. Untuk itu, diperlukan tindakan preventif dan represif secara bersama pada media sosial dan media massa guna mengatasi perkembangan berita hoaks di Indonesia seperti peningkatan proses verifikasi berita di media massa hingga tindakan tegas dari pemerintah berupa sanksi bagi pelaku dan penyebar berita hoaks di media sosial. Dengan demikian, perkembangan berita hoaks di kedua media tersebut dapat diminimalisir. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambah variabel dan indikator

lain untuk membuat pemodelan yang lebih kompleks dan menyeluruh terkait perkembangan berita hoaks di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemdikbud-Ristek) yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Tahun 2021 sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga yang mendukung pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. (2018). Peleburan Realitas Nyata dan Maya: Hoax Menjadi Budaya Konsumtif Masyarakat Global. *Jurnal Sosiologi Agama*, 12(2), 245-260. <https://doi.org/10.14421/jsa.2018.122-04>
- Asiati, D. I., & Septadiyanto. (2018). Karakteristik Pengguna Media Sosial. *Journal Management, Business, and Accounting*, 17(3), 25-36. <https://doi.org/10.33557/10.33557/mbia.v17i3.158>
- Avkiran, N. K., & Ringle, C. M. (2018). *Partial Least Squares Structural Equation Modeling: Recent Advances in Banking and Finance*. Cham: Springer International Publisihng AG.
- Azman. (2018). Penggunaan Media Massa dan Media Sosial di Kalangan Mahasiswa Komunikasi. *Jurnal Peurawi: Media Kajian Komunikasi Islam*, 1(1), 1-13.
- Bungin, B. (2017). *Politik Hiperreality dan Communicatioan Jammed. Dalam Buku Turn Back Hoax Tantangan Literasi Media Digital*. Surabaya: Buku Litera dan Aspikom Korwil Jawa Timur.
- Cahyono, E. F., Rani, L. N., & Mardianto, M. F. F. (2021). Determinants of Indonesian Conventional and Islamic Bank Depositor Trust During the Covid-19 Pandemic. *Journal of Islamic Monetary Economics and Finance*, 7(1), 1-32. <https://doi.org/10.21098/jimf.v7i1.1352>
- Fadli, A. (2018). Etika dan Tanggung Jawab Jurnalis (Studi Pemberitaan Hoax Melalui Media Online di Kota Makassar). *Jurnalisa: Jurnal Jurusan Jurnalistik*, 4(2), 181-195. <https://doi.org/10.24252/jurnalisa.v4i2.6893>
- Ghozali, I. (2014). *Structural Equation Modeling, Metode Alternatif dengan Partial Least Square (PLS)*. Edisi 4. Semarang: Badan Penerbit UNDIP
- Hair Jr, J., Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Gudergan, S. P. (2017). *Advances Issues in Partial Least Squares Structural Equation Modeling*. Los Angeles: Sage Publications.
- Juditha, C. (2018). Interaksi Komunikasi Hoax di Media Sosial serta Antisipasinya. *Jurnal Pekommas*, 3(1), 31-44.

- Kementerian Komunikasi dan Informasi. (2020). *Hingga 10 Agustus Kominfo Tangani 1.082 Hoaks Covid-19 di Berbagai Platform*. Diakses pada 27 Juni 2021, dari <https://aprika.kominfo.go.id/2020/08/hingga-10-agustus-kominfo-tangani-1-082-hoaks-covid-19-di-berbagai-platform/>.
- Kementerian Komunikasi dan Informasi. (2020). *Kominfo Mencatat Sebanyak 1.028 Hoaks Tersebar Terkait Covid-19*. Diakses pada 20 November 2020, dari https://kominfo.go.id/content/detail/28536/kominfo-mencatat-sebanyak-1028-hoaks-tersebar-terkait-covid-19/0/sorotan_media.
- Mardianto, M. F. F., Kartiko, S. H., & Utami, H. (2019). Prediction The Number of Student in Indonesia who Study in Tutoring Agency and Their Motivations Based on Fourier Series Estimator and Structural Equation Modelling. *International Journal of Innovation, Creativity, and Change*, 5(3), 708-731.
- Mardianto, M. F. F., Purwoko, C. F. F., Yudistira, I., Pathorrasyid, Kuziari, & Faisol. (2021). Influence Factors about The Compliance of Madurese Community Related to Covid-19 Health Protocols Based on Structural Equation Modeling-Partial Least Square (SEM-PLS). *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(13), 3998-4006.
- Mastel. (2019). *Hasil Survey Wabah Hoax Nasional 2019*. Diakses pada 24 Juni 2021, dari <https://mastel.id/hasil-survey-wabah-hoax-nasional-2019/>.
- Putri, F.S. (2019). *Pengaruh Faktor Personal dan Faktor Lingkungan Terhadap Intensitas Berbagi Melalui Sosial Media pada Komunitas Earth Hour Surabaya*. Skripsi. Universitas Airlangga.
- Rosmalinda, R. (2017). *Fenomena Penyesatan Berita di Media Sosial dalam Artikel Ilmiah*. Diakses pada 20 Mei 2021, dari http://www.seskoad.mil.id/admin/file/artikel/Artikel_Rury3.pdf.
- Santosa, P. I. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif Pengembangan Hipotesis dan Pengujiannya Menggunakan SmartPLS*. Yogyakarta: ANDI.
- The Asean Post. (2019). *Between Fake News and Press Freedom*. Diakses pada 04 Juni 2021, dari <https://theaseanpost.com/article/between-fake-news-and-press-freedom>.
- Thompson, S. (2012). *Sampling, 3rd Edition*. New York: Wiley-Blackwell.
- Wang, J., & Wang, X. (2020). *Structural Equation Modeling: Application Using Mplus, 2nd Edition*. New Jearsey : Wiley.

KELLER-BOX SCHEME TO MIXED CONVECTION FLOW OVER A SOLID SPHERE WITH THE EFFECT OF MHD

Mohammad Ghani^{*1}, Wayan Rumite²

¹School of Mathematics and Statistics, Northeast Normal University,
Changchun, China

²Faculty of Teaching and Education Sciences, Lampung University,
Bandar Lampung, Indonesia

gian111@nenu.edu.cn^{*1}, wayan.rumite@fkip.unila.ac.id²

**Corresponding Author*

Received 13 May 2021; revised 13 July 2021; accepted 28 July 2021.

ABSTRAK

Konveksi campuran merupakan gabungan dari konveksi bebas yang disebabkan oleh gaya apung akibat perbedaan densitas dan konveksi paksa akibat gaya luar yang meningkatkan laju pertukaran panas. Artinya, pada konveksi bebas, pengaruh gaya luar juga signifikan selain gaya apung. Dalam penelitian ini jenis fluida yang memiliki efek viskoelastik adalah non-Newtonian. Cairan viskoelastik yang melewati permukaan bola membentuk lapisan tipis, yang karena viskositasnya yang dominan disebut dengan lapisan batas. Lapisan pembatas yang diperoleh dianalisis dengan ketebalan lapisan batas- y di dekat titik stagnasi bawah, kemudian diperoleh persamaan dimensi lapisan batas, kontinuitas, momentum, dan persamaan energi. Persamaan lapisan batas dimensi ini kemudian diubah menjadi persamaan lapisan batas non dimensi dengan menggunakan variabel non dimensi. Selanjutnya persamaan lapisan batas non dimensional ditransformasikan menjadi persamaan differensial biasa dengan menggunakan fungsi stream, sehingga diperoleh persamaan lapisan batas yang tidak serupa. Persamaan lapisan batas tidak serupa diselesaikan secara numerik dengan menggunakan metode beda hingga dari Keller-Box. Hasil diskritisasi tidak linier dan harus dilinierisasi menggunakan teknik linierisasi newton. Solusi numerik menganalisis pengaruh parameter bilangan Prandtl, viskoelastik, konveksi campuran, dan magnetohidrodinamik terhadap profil kecepatan, profil suhu, dan suhu dinding.

Kata kunci: teori lapisan batas, aliran konveksi campuran, Navier-Stokes, fluida viskoelastik.

ABSTRACT

Mixed convection is the combination of a free convection caused by the buoyancy forces due to the different density and a forced convection due to external forces that increase the heat

exchange rate. This means that, in free convection, the effect of external forces is significant besides buoyancy forces. In this study the fluid type with viscoelastic effect is non-Newtonian. The viscoelastic fluids that pass over a surface of a sphere form a thin layer, which due to their dominant viscosity is called by the border layer. The obtained limiting layer is analyzed with the thickness of the boundary layer- y near the lower stagnating point, then obtained dimensional boundary layer equations, continuity, momentum, and energy equations. These dimensional boundary layer equations are then transformed into non-dimensional boundary layer equations by using non-dimensional variables. Further, the non-dimensional boundary layer equations are transformed into ordinary differential equations by using stream function, so that obtained the non-similar boundary layer equations. These non-similar boundary layer equations are solved numerically by using finite difference method of Keller-Box. The discretization results are non-linear and it should be linearized using newton linearization technique. The numerical solutions are analyzed the effect of Prandtl number, viscoelastic, mixed convection, and MHD parameters towards velocity profile, temperature profile, and wall temperature.

Keywords: boundary layer theory, mixed convection flow, Navier-Stokes, viscoelastic fluid.

INTRODUCTION

The boundary layer problems of mixed convection flow over a sphere are fundamental theory and have been applied widely in engineering applications. Many researchers have investigated these problems in different geometries such as flat plate, cone, and cylinder with type of fluids Newtonian or non-Newtonian. Boundary layer on fluid is a layer near surface of medium so the effect of viscosity and velocity profile to be significant because of shear stress at the wall (Sleigh and Andrew, 2001). In this research, the mixed convection flow that is the combination of free convection flow and forced convection flow is analyzed (Kreith and Frank, 1994). The researches of mixed convection over a sphere have been studied by several researchers such as Amin et al (2002) studied mixed convection flow over a surface of sphere in steady state and incompressible with the constant temperature. Further, the numerical solutions were solved by the Keller-Box method. Nazar et al (2010) studied mixed convection flow over a sphere with Newtonian heating. Heat transfer of Newtonian heating was proportional to local surface temperature. Salleh and Ibrahim (2002) studied mixed convection flow over a sphere at lower stagnation point with Newtonian heating. Temperature profile and velocity profile were analyzed based on mixed

convection parameter and Prandtl number. Kasim (2014) studied mixed convection flow of viscoelastic fluid over a sphere in steady-state and incompressible that was solved numerically by the Keller-Box method. A similar mathematical model with the current paper was studied by Ghani, et al (2014) and (2015) for case of mixed convection flow, where Crank-Nicolson and iterative method were employed to establish the numerical results. Moreover, the numerical solution for case of free convection flow over a sphere was investigated by Rumite, et al (2015). Based on the previous studies, we investigate the velocity and temperature profile to mixed convection flow of viscoelastic fluid over a surface of sphere with the effect of MHD in steady state and incompressible. These non-similar equations are solved numerically using the finite difference method of Keller-Box with newton linearization technique to solve non-linear ordinary differential equations. In this research, it is only investigated laminar flow of viscoelastic fluid over a sphere surface. This means that the velocity of fluid is small because of the viscoelastic effect that is shown by the Reynolds number $Re < 500$ (Widodo, 2012).

MATHEMATICAL MODELING

Consider steady-state and incompressible two-dimensional mixed convection flow of viscoelastic fluid flow over a sphere with the effect of MHD where a is radius of sphere. The physical model of this research is illustrated as follows.

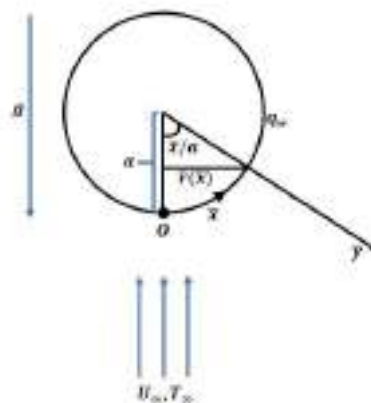


Figure 1. Physical Model of Mixed Convection of Viscoelastic Fluid Over a Solid Sphere

Figure 1 gives illustration of the physical model and coordinate system to mixed convection flow of viscoelastic fluid over a surface of solid sphere. Heat flux q_w on the surface of sphere can affect the temperature around the surface of sphere becomes increased because of the friction between the viscoelastic of fluid and surface of sphere. T_∞ denotes the temperature of fluid past a sphere. Since the different density of temperature between fluid and surface of sphere, then the fluid goes upward where the gravity g is considered in the current paper. Moreover, $\bar{r}(\bar{x})$ and a are radial distance and radius of sphere respectively, where the radial distance $\bar{r}(\bar{x})$ is more detail written in APPENDIX. Based on the Boussinesq and boundary layer approximations, then one has the basic equations of continuity, momentum, and energy equations that have been studied by Widodo (2013) and Kasim (2014).

$$\frac{\partial}{\partial \bar{x}}(\bar{r}\bar{u}) + \frac{\partial}{\partial \bar{y}}(\bar{r}\bar{v}) = 0 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \bar{u} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{x}} + \bar{v} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{y}} = \bar{u}_e \frac{\partial \bar{u}_e}{\partial \bar{x}} + \bar{v} \left[\frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{x}^2} \right] - \frac{k_0}{\rho} \left[\bar{u} \left(\frac{\partial^3 \bar{u}}{\partial \bar{x}^3 \partial \bar{y}^2} \right) + \bar{v} \frac{\partial^3 \bar{u}}{\partial \bar{y}^3} + \frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{x}} \left(\frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{y}^2} \right) \right] + \\ \frac{k_0}{\rho} \left[\frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{y}} \left(\frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{y} \partial \bar{x}} \right) \right] - g\beta(\bar{T} - \bar{T}_\infty) \sin\left(\frac{\bar{x}}{\bar{a}}\right) - \frac{1}{\rho} \sigma(\bar{u} - \bar{u}_e) B_0^2 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\left(\bar{u} \frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{x}} + \bar{v} \frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{y}} \right) = \alpha \frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \bar{y}^2} \quad (3)$$

with the boundary conditions.

$$\begin{aligned} \bar{u} = \bar{v} = 0, \frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{y}} = -\frac{q_w}{k} \text{ at } \bar{y} = 0 \\ \bar{u} = \bar{u}_e(x), \frac{\partial \bar{u}}{\partial \bar{y}} = 0, T = T_\infty \text{ at } \bar{y} \rightarrow \infty \end{aligned} \quad (4)$$

where $u_e(x)$ is velocity of local free flow at the outside of boundary layer that is defined by $u_e(x) = \frac{3}{2} U_\infty \sin\left(\frac{\bar{x}}{\bar{a}}\right)$. The non-dimensional variables are then given as follows.

$$\begin{aligned} x = \frac{\bar{x}}{a}, y = R_e^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\bar{y}}{a} \right), r(x) = \frac{\bar{r}(\bar{x})}{a}, u = \frac{\bar{u}}{U_\infty}, \\ v = R_e^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\bar{v}}{U_\infty} \right), \theta = \frac{R_e^{\frac{1}{2}} (T - T_\infty) k}{q_w a}, u_e(x) = \frac{\bar{u}_e(\bar{x})}{U_\infty} \end{aligned} \quad (5)$$

By substituting (5) into (1) to (3), then one has the non-dimensional equations.

$$\frac{\partial}{\partial x}(ru) + \frac{\partial}{\partial y}(rv) = 0 \quad (6)$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = u_e \frac{\partial u_e}{\partial x} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \lambda \theta \sin(x) - K \left[v \frac{\partial^3 u}{\partial y^3} + u \frac{\partial^3 u}{\partial x \partial y^2} \right] + K \left[\frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] - M(u - u_e) \quad (7)$$

$$u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} = \frac{1}{P_r} \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \quad (8)$$

where K and λ are non-dimensional parameters of viscoelastic and mixed convection respectively that are defined as $K = \frac{k_0}{\rho} \left(\frac{U_\infty}{av} \right)$ and $\lambda = \frac{Gr}{R_e^2}$ respectively

with the following boundary conditions.

$$u = v = 0, \theta' = -1 \text{ at } y = 0$$

$$u_e = \frac{3}{2} \sin(x), \frac{\partial u}{\partial y} = 0, \theta = 0 \text{ at } y \rightarrow \infty \quad (9)$$

Furthermore, it follows from(9), then (6) to (8) can be solved using the stream function in (10).

$$\psi = xr(x)f(x, y), \theta = \theta(x, y) \quad (10)$$

where ψ is defined as

$$u = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial y} \text{ and } v = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial x} \quad (11)$$

Based on (11), then (6) to (8) are written as the non-similar equations.

$$\left(\frac{\partial^3 f}{\partial y^3} \right) + \left(1 + x \frac{\cos(x)}{\sin(x)} \right) f \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 + \frac{9}{4} + \lambda \theta \frac{\sin(x)}{x} - 2K \left[\frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial^3 f}{\partial y^3} \right] + K \left[\left(1 + x \frac{\cos(x)}{\sin(x)} \right) \left(f \frac{\partial^4 f}{\partial y^4} + \left(\frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \right)^2 \right) \right] = x \left(\frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \frac{\partial f}{\partial x} \right) - M \frac{\partial f}{\partial y} + \frac{3}{2} M \frac{\sin x}{x} + Kx \left[\frac{\partial^3 f}{\partial y^3} \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^4 f}{\partial y^4} \frac{\partial f}{\partial x} - x \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \frac{\partial^3 f}{\partial x \partial y^2} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial^4 f}{\partial x \partial y^3} \right] \quad (12)$$

$$x \left(\frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial \theta}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) = \frac{1}{P_r} \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \left(1 + x \frac{\cos(x)}{\sin(x)} \right) f \frac{\partial \theta}{\partial y} \quad (13)$$

with the boundary conditions.

$$f = 0, \frac{\partial f}{\partial y} = 0, \theta' = -1 \text{ at } y = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} \rightarrow \frac{3 \sin x}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0, \theta \rightarrow 0 \text{ at } y \rightarrow \infty \quad (14)$$

At the lower stagnation point ($x \approx 0$), then equations (12) and (13) become

$$f''' + 2ff'' - f'^2 + \frac{9}{4} + \lambda\theta + 2K(f'f''' - ff'''' - f''^2) - M\left(f' - \frac{3}{2}\right) = 0 \quad (15)$$

$$\frac{1}{Pr}\theta'' + 2f\theta' = 0 \quad (16)$$

with the boundary conditions.

$$f(0) = f'(0) = 0, \theta'(0) = -1 \text{ at } y = 0$$

$$f' \rightarrow \frac{3}{2}, f'' = 0, \theta \rightarrow 0 \text{ at } y \rightarrow \infty \quad (17)$$

NUMERICAL TECHNIQUE

Before discretizing (15) and (16), the finite difference method of Keller-Box is explained more details as follows.

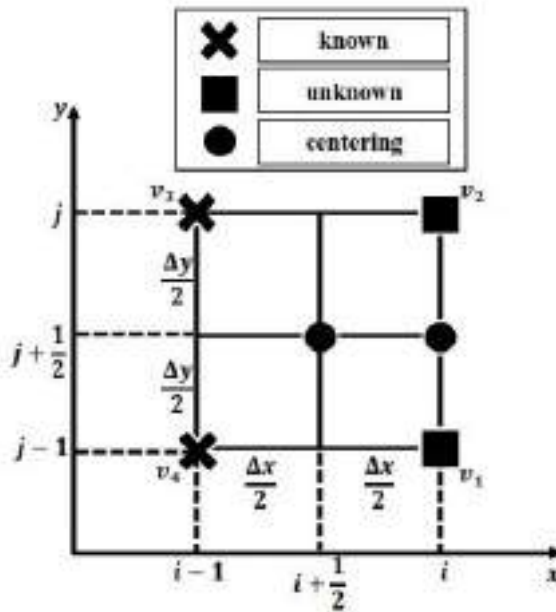


Figure 2. Two-Dimensional Keller-Box Method Stencil

Figure 2 gives illustration Keller-Box that this method has to replace the higher derivative to be first derivative and this causes the computational effort per time step expensive. This method are efficient and appropriate to be applied for solving the parabolic partial differential equation problems. Based on Figure 2, step size of Keller-Box is average between j and $j - 1$ for axis y and between i

and $i - 1$ for axis x where stencil consist of v_1, v_2, v_3 , and v_4 . Stencil v_3 and v_4 are known at boundary conditions. Meanwhile, stencil v_1 and v_2 will be obtained from the calculation of stencil v_1 and v_2 with half step size for special x and y namely $\frac{\Delta x}{2}$ and $\frac{\Delta y}{2}$ respectively as centering steps. This method has two accuracy in both space x and y where the step size of space x and y to be arbitrary, in other words in uniform or non-uniform step size. It follows from (15) and (16), in which the momentum and energy equations are in steady state, incompressible, and only at lower stagnation point ($x \approx 0$), then above finite difference method Keller-Box stencil is only dependent to the space y . Furthermore, Figure 2 can be represented in Figure 3.

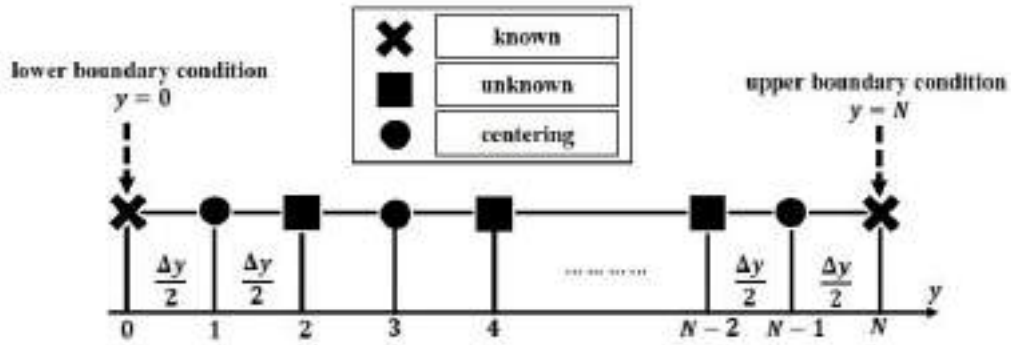


Figure 3. One-Dimensional Keller-Box Method Stencil

Figure 3 gives illustration Keller-Box method stencil when it only depends on space y with the step size of $\frac{\Delta y}{2}$, lower boundary condition $y = 0$ and upper boundary condition $y = N$. In addition, y is boundary layer thickness caused the shear stress between viscoelastic fluid and surface of solid sphere. Actually this One-Dimensional Keller-Box Method Stencil concept is identical to Figure 2 for Two-Dimensional Keller-Box Method Stencil where the step size is $\frac{\Delta y}{2}$. To facilitate in numerical processes, then (15) and (16) are transformed into first order as written in equations (18)-(23).

$$f' = u \quad (18)$$

$$u' = v \quad (19)$$

$$v' = w \quad (20)$$

$$s' = t \quad (21)$$

$$w + 2fv - u^2 + \frac{9}{4} + \lambda s + 2K(uw - fw' - v^2) - M\left(u - \frac{3}{2}\right) = 0 \quad (22)$$

$$\frac{1}{P_r} t' + 2ft = 0 \quad (23)$$

where s is identical to θ and the boundary conditions are written in (24).

$$f(0) = u(0) = 0, t(0) = -1 \text{ at } y = 0$$

$$u \rightarrow \frac{3}{2}, v = 0, s \rightarrow 0 \text{ at } y \rightarrow \infty \quad (24)$$

Based on Figure 3, then (18) to (23) can be discretized using backward difference, then we employ the results by newton linearization technique to get (25)

$$\begin{aligned} \delta f_j - \delta f_{j-1} - \frac{h_j}{2} \delta u_j - \frac{h_j}{2} \delta u_{j-1} &= (r_1)_j \\ \delta u_j - \delta u_{j-1} - \frac{h_j}{2} \delta v_j - \frac{h_j}{2} \delta v_{j-1} &= (r_2)_j \\ \delta v_j - \delta v_{j-1} - \frac{h_j}{2} \delta w_j - \frac{h_j}{2} \delta w_{j-1} &= (r_3)_j \\ \delta s_j - \delta s_{j-1} - \frac{h_j}{2} \delta t_j - \frac{h_j}{2} \delta t_{j-1} &= (r_4)_j \\ [(a_1)_j] \delta w_j + [(a_2)_j] \delta w_{j-1} + [(a_3)_j] \delta v_j + [(a_4)_j] \delta v_{j-1} + [(a_5)_j] \delta f_j \\ + [(a_6)_j] \delta f_{j-1} + [(a_7)_j] \delta u_j + [(a_8)_j] \delta u_{j-1} + [(a_9)_j] \delta s_j + [(a_{10})_j] \delta s_{j-1} \\ = (r_5)_j [(b_1)_j] \delta t_j + [(b_2)_j] \delta t_{j-1} + [(b_3)_j] \delta f_j + [(b_4)_j] \delta f_{j-1} &= (r_6)_j \end{aligned} \quad (25)$$

Where

$$(r_1)_j = f_{j-1} - f_j + \frac{h_j}{2} (u_j + u_{j-1})$$

$$(r_2)_j = u_{j-1} - u_j + \frac{h_j}{2} (v_j + v_{j-1})$$

$$(r_3)_j = v_{j-1} - v_j + \frac{h_j}{2} (w_j + w_{j-1})$$

$$(r_4)_j = s_{j-1} - s_j + \frac{h_j}{2} (t_j + t_{j-1})$$

$$\begin{aligned} (r_5)_j &= -h_j w_{j-\frac{1}{2}} - 2h_j f_{j-\frac{1}{2}} v_{j-\frac{1}{2}} + h_j u_{j-\frac{1}{2}}^2 - \frac{9}{4} h_j - 2h_j u_{j-\frac{1}{2}} w_{j-\frac{1}{2}} \\ &\quad + 2K f_{j-\frac{1}{2}} (w_j - w_{j-1}) + 2K h_j v_{j-\frac{1}{2}}^2 - \lambda h_j s_{j-\frac{1}{2}} + h_j M \left(u_{j-\frac{1}{2}} - \frac{3}{2} \right) \end{aligned}$$

$$(r_6)_j = \frac{1}{P_r} (t_{j-1} - t_j) - 2h_j f_{j-\frac{1}{2}} t_{j-\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned}
 [(a_1)_j] &= \frac{h_j}{2} + Kh_j u_{j-\frac{1}{2}} - 2Kf_{j-\frac{1}{2}}; \quad [(a_2)_j] = [(a_1)_j] \\
 [(a_3)_j] &= h_j f_{j-\frac{1}{2}} - 2Kh_j v_{j-\frac{1}{2}}; \quad [(a_4)_j] = [(a_3)_j] \\
 [(a_5)_j] &= h_j v_{j-\frac{1}{2}} - K(w_j - w_{j-1}); \quad [(a_6)_j] = [(a_5)_j] \\
 [(a_7)_j] &= -h_j u_{j-\frac{1}{2}} - \frac{h_j}{2}M + Kh_j w_{j-\frac{1}{2}}; \quad [(a_8)_j] = [(a_7)_j] \\
 [(a_9)_j] &= \left(\frac{\lambda h_j}{2}\right); \quad [(a_{10})_j] = [(a_9)_j] \\
 [(b_1)_j] &= \frac{1}{P_r} + h_j f_{j-\frac{1}{2}}; \quad [(b_2)_j] = -\frac{1}{P_r} + h_j f_{j-\frac{1}{2}} \\
 [(b_3)_j] &= h_j t_{j-\frac{1}{2}}; \quad [(b_4)_j] = [(b_3)_j]
 \end{aligned}$$

TRIDIAGONAL BLOCK MATRIX

It follows from (25), then it can be iterated for $i = 1, 2, \dots, N$ with the boundary conditions $\delta f_0 = 0$, $\delta u_0 = 0$, $\delta s_0 = 0$, $\delta u_N = 0$, $\delta v_N = 0$, and $\delta s_N = 0$. Then, obtained the block matrix as follows.

- Iteration 1

$$\begin{aligned}
 \delta f_1 - \frac{h_1}{2} \delta u_1 &= (r_1)_1 \\
 \delta u_1 - \frac{h_1}{2} \delta v_1 - \frac{h_1}{2} \delta v_0 &= (r_2)_1 \\
 \delta v_1 - \delta v_0 - \frac{h_1}{2} \delta w_1 - \frac{h_1}{2} \delta w_0 &= (r_3)_1 \\
 \delta s_1 - \frac{h_1}{2} \delta t_1 - \frac{h_1}{2} \delta t_0 &= (r_4)_1 \\
 [(a_1)_1] \delta w_1 + [(a_2)_1] \delta w_0 + [(a_3)_1] \delta v_1 + [(a_4)_1] \delta v_0 + [(a_5)_1] \delta f_1 \\
 + [(a_7)_1] \delta u_1 + [(a_9)_1] \delta s_1 &= (r_5)_1 \\
 [(b_1)_1] \delta t_1 + [(b_2)_1] \delta t_0 + [(b_3)_1] \delta f_1 &= (r_6)_1
 \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\frac{h_1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -\frac{h_1}{2} & 0 & 0 & -\frac{h_1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{h_1}{2} & 0 & 0 & -\frac{h_1}{2} \\ [(a_4)_1] & [(a_2)_1] & 0 & [(a_5)_1] & [(a_1)_1] & 0 \\ 0 & 0 & [(b_2)_1] & [(b_3)_1] & 0 & [(b_1)_1] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta v_0 \\ \delta w_0 \\ \delta t_0 \\ \delta f_1 \\ \delta w_1 \\ \delta t_1 \end{bmatrix} + \\
 \begin{bmatrix} -\frac{h_1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -\frac{h_1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ [(a_7)_1] & [(a_3)_1] & [(a_9)_1] & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta u_1 \\ \delta v_1 \\ \delta s_1 \\ \delta f_2 \\ \delta w_2 \\ \delta t_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (r_1)_1 \\ (r_2)_1 \\ (r_3)_1 \\ (r_4)_1 \\ (r_5)_1 \\ (r_6)_1 \end{bmatrix}$$

• Iteration 2

$$\delta f_2 - \delta f_1 - \frac{h_2}{2} \delta u_2 - \frac{h_2}{2} \delta u_1 = (r_1)_2$$

$$\delta u_2 - \delta u_1 - \frac{h_2}{2} \delta v_2 - \frac{h_2}{2} \delta v_1 = (r_2)_2$$

$$\delta v_2 - \delta v_1 - \frac{h_2}{2} \delta w_2 - \frac{h_2}{2} \delta w_1 = (r_3)_2$$

$$\delta s_2 - \delta s_1 - \frac{h_2}{2} \delta t_2 - \frac{h_2}{2} \delta t_1 = (r_4)_2$$

$$\begin{aligned}
 & [(a_1)_2] \delta w_2 + [(a_2)_2] \delta w_1 + [(a_3)_2] \delta v_2 + [(a_4)_2] \delta v_1 + [(a_5)_2] \delta f_2 \\
 & + [(a_6)_2] \delta f_1 + [(a_7)_2] \delta u_2 + [(a_8)_2] \delta u_1 + [(a_9)_2] \delta s_2 \\
 & + [(a_{10})_2] \delta s_1 = (r_5)_2
 \end{aligned}$$

$$[(b_1)_2] \delta t_2 + [(b_2)_2] \delta t_1 + [(b_3)_2] \delta f_2 + [(b_4)_2] \delta f_1 = (r_6)_2$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{h_2}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{h_2}{2} \\ 0 & 0 & 0 & [(a_6)_2] & [(a_2)_2] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [(b_4)_2] & 0 & [(b_2)_2] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta u_0 \\ \delta v_0 \\ \delta s_0 \\ \delta f_1 \\ \delta w_1 \\ \delta t_1 \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} -\frac{h_2}{2} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -\frac{h_2}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -\frac{h_2}{2} & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & -\frac{h_2}{2} \\ [(a_8)_2] & [(a_4)_2] & [(a_{10})_2] & [(a_5)_2] & [(a_1)_2] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [(b_3)_2] & 0 & [(b_1)_2] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta u_1 \\ \delta v_1 \\ \delta s_1 \\ \delta f_2 \\ \delta w_2 \\ \delta t_2 \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} -\frac{h_2}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -\frac{h_2}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ [(a_7)_2] & [(a_3)_2] & [(a_9)_2] & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta u_2 \\ \delta v_2 \\ \delta s_2 \\ \delta f_3 \\ \delta w_3 \\ \delta t_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (r_1)_2 \\ (r_2)_2 \\ (r_3)_2 \\ (r_4)_2 \\ (r_5)_2 \\ (r_6)_2 \end{bmatrix}$$

• Iteration N

$$\delta f_N - \delta f_{N-1} - \frac{h_N}{2} \delta u_{N-1} = (r_1)_N$$

$$-\delta u_{N-1} - \frac{h_N}{2} \delta v_{N-1} = (r_2)_N$$

$$-\delta v_{N-1} - \frac{h_N}{2} \delta w_N - \frac{h_N}{2} \delta w_{N-1} = (r_3)_N$$

$$-\delta s_{N-1} - \frac{h_N}{2} \delta t_N - \frac{h_N}{2} \delta t_{N-1} = (r_4)_N$$

$$\begin{aligned}
 & [(a_1)_N] \delta w_N + [(a_2)_N] \delta w_{N-1} + [(a_4)_N] \delta v_{N-1} + [(a_5)_N] \delta f_N \\
 & + [(a_6)_N] \delta f_{N-1} + [(a_7)_N] \delta u_N + [(a_8)_N] \delta u_{N-1} + [(a_{10})_N] \delta s_{N-1} = (r_5)_N
 \end{aligned}$$

$$[(b_1)_N] \delta t_N + [(b_2)_N] \delta t_{N-1} + [(b_3)_N] \delta f_N + [(b_4)_N] \delta f_{N-1} = (r_6)_N$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{h_N}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{h_N}{2} \\ 0 & 0 & 0 & [(a_6)_N] & [(a_2)_N] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [(b_4)_N] & 0 & [(b_2)_N] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta u_{N-2} \\ \delta v_{N-2} \\ \delta s_{N-2} \\ \delta f_{N-1} \\ \delta w_{N-1} \\ \delta t_{N-1} \end{bmatrix} +$$

$$\begin{bmatrix} -\frac{h_N}{2} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -\frac{h_N}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -\frac{h_N}{2} & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & -\frac{h_N}{2} \\ [(a_8)_N] & [(a_4)_N] & [(a_{10})_N] & [(a_5)_N] & [(a_1)_N] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [(b_3)_N] & 0 & [(b_1)_N] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta u_{N-1} \\ \delta v_{N-1} \\ \delta s_{N-1} \\ \delta f_N \\ \delta w_N \\ \delta t_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (r_1)_N \\ (r_2)_N \\ (r_3)_N \\ (r_4)_N \\ (r_5)_N \\ (r_6)_N \end{bmatrix}$$

These results can be rewritten as follows

$$\text{for } j = 1: [A_1][\delta_1] + [C_1][\delta_2] = [r_1]$$

$$\text{for } j = 2: [B_2][\delta_1] + [A_2][\delta_2] + [C_2][\delta_3] = [r_2]$$

$$\text{for } j = 3: [B_3][\delta_2] + [A_3][\delta_3] + [C_3][\delta_4] = [r_3]$$

⋮

$$\text{for } j = N - 1: [B_{N-1}][\delta_{N-2}] + [A_{N-1}][\delta_{N-1}] + [C_{N-1}][\delta_N] = [r_{N-1}]$$

$$\text{for } j = N: [B_N][\delta_{N-1}] + [A_N][\delta_N] = [r_N] \quad (26)$$

where

$$[A_1] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\frac{h_1}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -\frac{h_1}{2} & 0 & 0 & -\frac{h_1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{h_1}{2} & 0 & 0 & -\frac{h_1}{2} \\ [(a_4)_1] & [(a_2)_1] & 0 & [(a_5)_1] & [(a_1)_1] & 0 \\ 0 & 0 & [(b_2)_1] & [(b_3)_1] & 0 & [(b_1)_1] \end{bmatrix}$$

$$[A_j] = \begin{bmatrix} -\frac{h_2}{2} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -\frac{h_2}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & -\frac{h_2}{2} & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & -\frac{h_2}{2} \\ [(a_8)_2] & [(a_4)_2] & [(a_{10})_2] & [(a_5)_2] & [(a_1)_2] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [(b_3)_2] & 0 & [(b_1)_2] \end{bmatrix}, \quad 2 \leq j \leq N$$

$$\begin{aligned}
 [B_j] &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{h_2}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{h_2}{2} \\ 0 & 0 & 0 & [(a_6)_2] & [(a_2)_2] & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [(b_4)_2] & 0 & [(b_2)_2] \end{bmatrix}, \quad 2 \leq j \leq N \\
 [C_j] &= \begin{bmatrix} -\frac{h_2}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -\frac{h_2}{2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ [(a_7)_2] & [(a_3)_2] & [(a_9)_2] & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad 1 \leq j \leq N-1 \\
 [\delta_1] &= \begin{bmatrix} \delta v_0 \\ \delta w_0 \\ \delta t_0 \\ \delta f_1 \\ \delta w_1 \\ \delta t_1 \end{bmatrix}, \quad [\delta_j] = \begin{bmatrix} \delta u_{j-1} \\ \delta v_{j-1} \\ \delta s_{j-1} \\ \delta f_j \\ \delta w_j \\ \delta t_j \end{bmatrix}, \quad 2 \leq j \leq N \\
 [r_j] &= \begin{bmatrix} (r_1)_j \\ (r_2)_j \\ (r_3)_j \\ (r_4)_j \\ (r_5)_j \\ (r_6)_j \end{bmatrix}, \quad 1 \leq j \leq N
 \end{aligned}$$

In other words, (26) can be expressed in vector matrix form.

$$\mathbf{A}\boldsymbol{\delta} = \mathbf{r} \quad (27)$$

where

$$\begin{aligned}
 \mathbf{A} &= \begin{bmatrix} [A_1] & [C_1] & 0 & 0 & \dots & 0 \\ [B_2] & [A_2] & [C_2] & 0 & \dots & 0 \\ 0 & [B_3] & [A_3] & [C_3] & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [B_{N-1}] & [A_{N-1}] & [C_{N-1}] \\ 0 & 0 & \dots & 0 & [B_N] & [A_N] \end{bmatrix} \\
 \boldsymbol{\delta} &= \begin{bmatrix} [\delta_1] \\ [\delta_2] \\ [\delta_3] \\ \vdots \\ [\delta_{N-1}] \\ [\delta_N] \end{bmatrix}, \quad \mathbf{r} = \begin{bmatrix} [r_1] \\ [r_2] \\ [r_3] \\ \vdots \\ [r_{N-1}] \\ [r_N] \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

To solve this block matrix, then Decomposition LU method is used to make easy in factorization of the form

$$\mathbf{A} = \mathbf{LU} \quad (28)$$

where

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} [\alpha_1] & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ [B_2] & [\alpha_2] & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & [B_3] & [\alpha_3] & 0 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & [B_{N-1}] & [\alpha_{N-1}] & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & [B_N] & [\alpha_N] \end{bmatrix}$$

and

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} [I] & [\Gamma_1] & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & [I] & [\Gamma_2] & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & [I] & [\Gamma_3] & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & [I] & [\Gamma_{N-1}] \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & [I] \end{bmatrix}$$

To compute matrix $[\alpha_j]$ and $[\Gamma_j]$, then the following ones are defined as

$$[\alpha_1] = [A_1]$$

$$[\alpha_j] = [A_j] - [B_j][\Gamma_{j-1}], \quad j = 2, 3, \dots, N$$

$$[\alpha_j][\Gamma_j] = [C_j], \quad j = 1, 2, \dots, N-1$$

Further, by substituting (28) into (27), then obtained

$$\mathbf{LU}\boldsymbol{\delta} = \mathbf{r} \quad (29)$$

Next, by defining $\mathbf{U}\boldsymbol{\delta} = \mathbf{w}$, (29) can be expressed as

$$\mathbf{Lw} = \mathbf{r} \quad (30)$$

where

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} [w_1] \\ [w_2] \\ [w_3] \\ \vdots \\ [w_{N-1}] \\ [w_N] \end{bmatrix}$$

To solve (30), then the following ones are defined as

$$[\alpha_1][w_1] = [r_1]$$

$$[\alpha_j][w_j] = [r_j] - [B_j][w_{j-1}], \quad j = 2, 3, \dots, N$$

and $[w_j]$ is computed by forward sweep technique. Further, by obtaining $[w_j]$ this can be used to obtain the solution $[\delta_j]$ using backward sweep technique as shown below

$$[\delta_j] = [w_j]$$

$$[\delta_j] = [w_j] - [\Gamma_j][\delta_{j+1}], \quad j = 1, 2, \dots, N-1$$

The iteration is continuing until converging criterion is fulfilled. Based on Cebeci and Bradshaw (1977), $v(x, 0, t)$ is converging criterion, so the iteration will be stopped when $|\delta v(x, 0, t)| < \epsilon$ where ϵ is very small value.

NUMERICAL RESULTS

The numerical results of this research are the effect of prandtl number (P_r), viscoelastic (K), mixed convection (λ), and MHD (M) parameter to temperature profile (θ) and velocity profile (f').

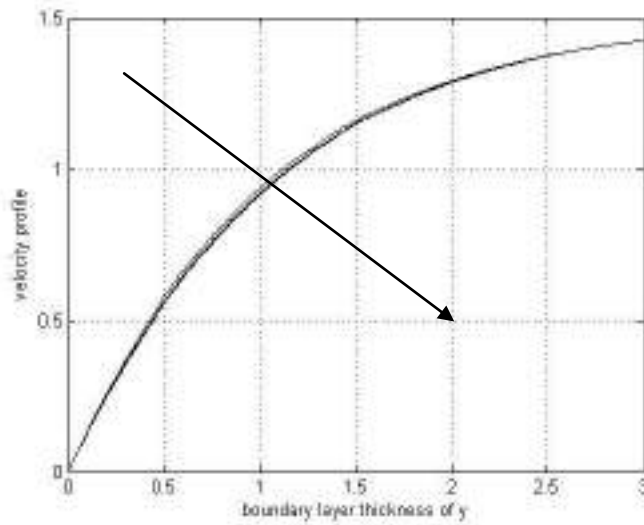


Figure 4. Velocity Profile (f') with Prandtl Number ($P_r = 1, 5, 10, 15$) and Boundary Layer Thickness y

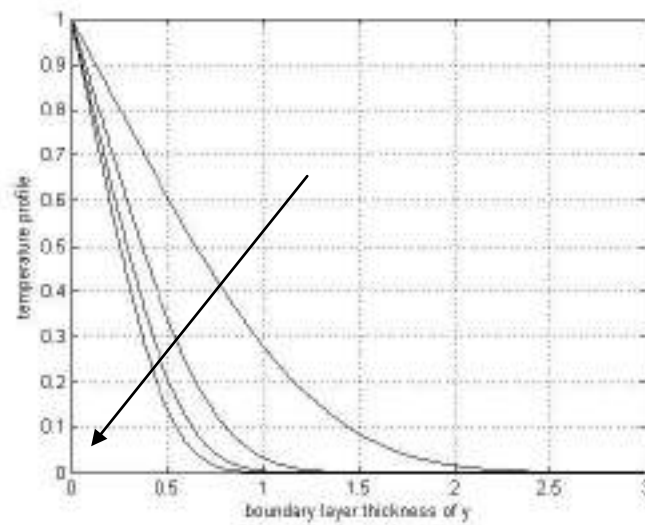


Figure 5. Temperature Profile (θ) with Prandtl Number ($P_r = 1, 5, 10, 15$) and Boundary Layer Thickness y

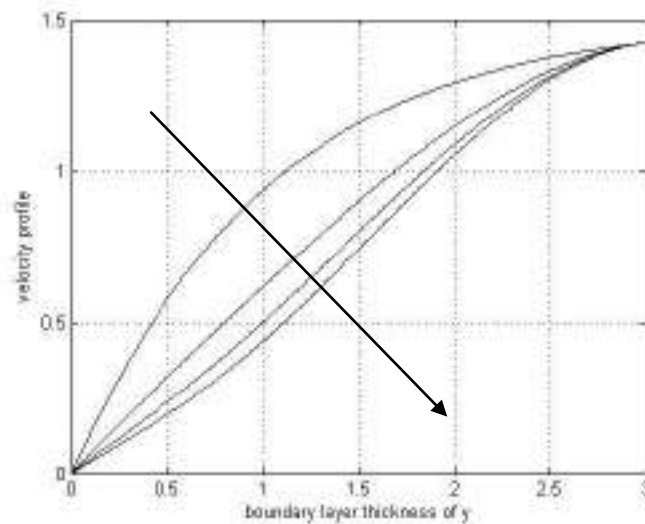


Figure 6. Velocity Profile (f') with Viscoelastic Parameter ($K = 1, 5, 10, 15$) and Boundary Layer Thickness y

In Figure 4 it can be seen that as the Prandtl number increases, the fluid flow velocity decreases at every certain point y . The influence of the Prandtl number on the fluid temperature decreases at every certain point y . Based on the nature of the convection flow that moves from low density to high density, the low temperature has a high density, resulting in a smaller velocity profile.

Figure 5 shows that the higher the Prandtl number, the smaller the temperature of the fluid passing through the spherical surface at any given point y , this is because the Prandtl number is related to the distribution of heat, so the heat distribution increases which results in the fluid temperature getting smaller at every certain point y .

Figure 6 shows that as the viscoelastic parameter increases, the viscosity level also increases, this causes the friction value between the fluid and the spherical surface media to increase, so this affects the fluid flow velocity which is getting smaller at every certain point y .

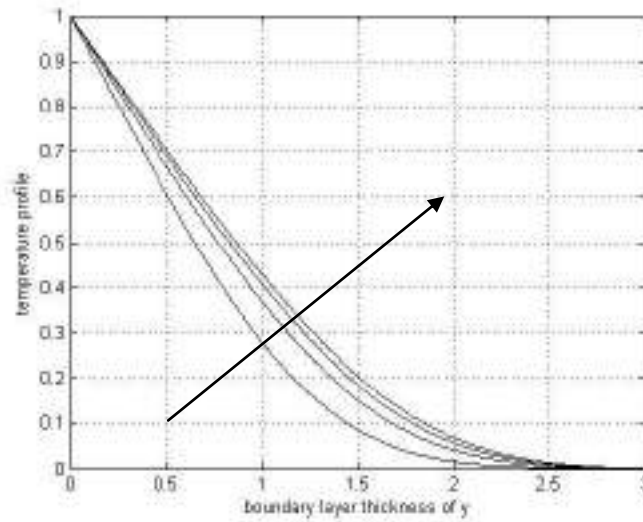


Figure 7. Temperature Profile (θ) with Viscoelastic Parameter ($K = 1, 5, 10, 15$) and Boundary Layer Thickness y

Figure 7 shows that the increase in the viscoelastic parameter causes the fluid temperature to increase at every certain point y , this is because the influence of the increasing value of the viscoelastic parameter causes the frictional force between the viscoelastic fluid and the surface of a sphere to also increase. This results in the heat generated from the friction also getting bigger, so that the temperature of the fluid passing through the surface of the sphere is getting bigger at any given point y .

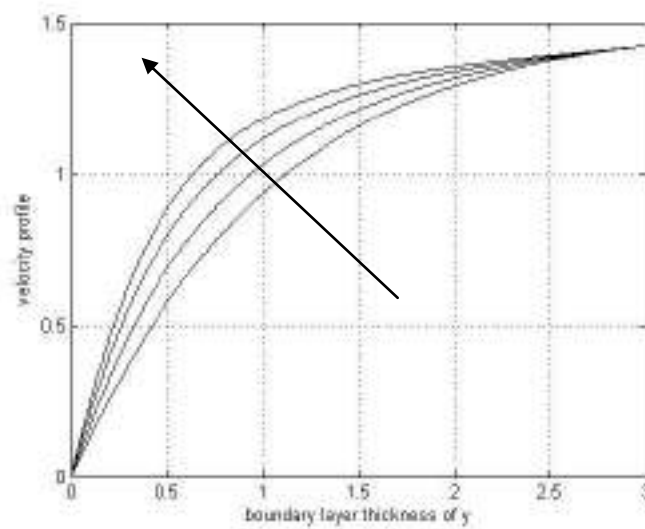


Figure 8. Velocity Profile (f') with Mixed Convection Parameter ($\lambda = 1, 5, 10, 15$) and Boundary Layer Thickness y

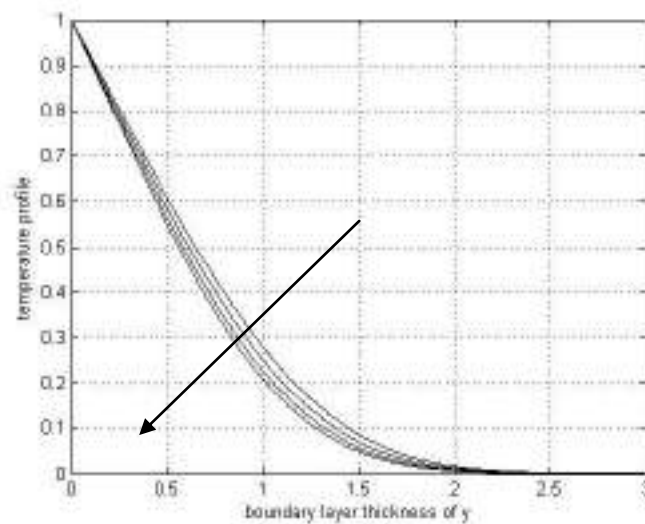


Figure 9. Temperature Profile (θ) with Mixed Convection Parameter ($\lambda = 1, 5, 10, 15$) and Boundary Layer Thickness y

Figure 8 shows that the higher the convection parameter of the mixture, the greater the fluid flow velocity at every certain point y , this is due to the influence of external forces, causing the fluid convection flow velocity to increase at any given point y . Meanwhile, Figure 9 shows that the increase in the convection parameters of the mixture, the greater the temperature at every certain point y , this is because the fluid flow velocity that increases at every certain point

y indicates that the temperature of the viscoelastic fluid passing through the surface of a sphere is getting bigger at every certain point y . So that the buoyancy forces that are getting bigger cause the fluid temperature to get bigger at every certain point y .

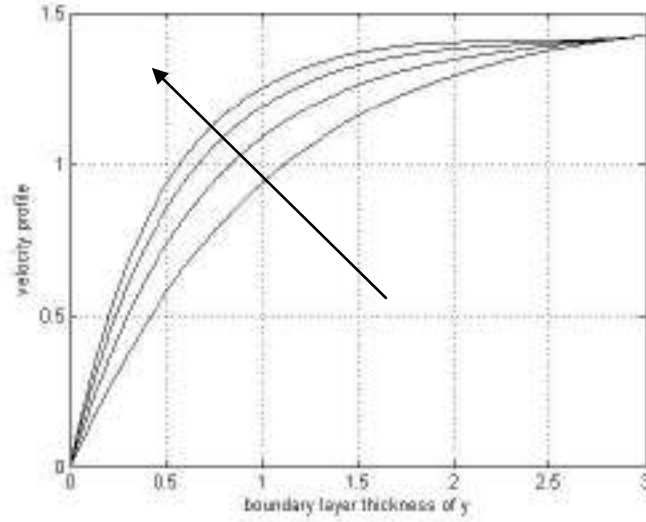


Figure 10. Velocity Profile (f') with MHD Parameter ($M = 1,5,10,15$) and Boundary Layer Thickness y

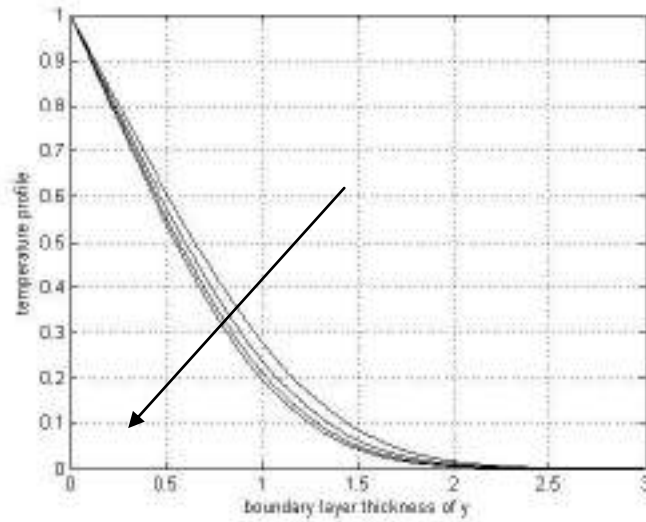


Figure 11. Temperature Profile (θ) with MHD Parameter ($M = 1,5,10,15$) and Boundary Layer Thickness y

Figure 10 shows that the higher the hydrodynamic parameters of the magnet, the greater the fluid flow velocity at any given point y , this is due to the

decreasing effect of the density of the viscoelastic fluid as shown by the correlation. The decreasing density causes the buoyant force to work to be greater, thus causing the velocity to increase at any given point y . Moreover, Figure 11 shows that the higher the hydrodynamic parameters of the magnet, the higher the temperature at any given point y , this is because a correlation between the hydrodynamic parameters of the magnet is inversely proportional to the density of the viscoelastic fluid. This causes the hydrodynamic parameters of the magnet to increase, the density decreases, so that the temperature increases at every certain point y .

CONCLUSIONS

In this research, the problem of mixed convection flow on viscoelastic fluid over a sphere surface with the effect of MHD is studied. The non-similar equations of momentum and energy are solved numerically using the finite difference method with the iterative method. The effect of Prantdl number, viscoelastic, mixed convection, and MHD parameter to the characteristic of temperature profile (θ) and velocity profile (f') have been obtained and discussed. Then, the conclusions of this research can be written as follows.

1. The mathematical model of this research is obtained from the derivation of Navier-Stokes including continuity, momentum, and energy equations. These equations are transformed into non-dimensional equations. Further, the non-dimensional equations are transformed into non-similar equations as written below.

$$f'''' + 2ff'' - f'^2 + \frac{9}{4} + \lambda\theta + 2K(f'f''' - ff'''' - f''^2) - M\left(f' - \frac{3}{2}\right) = 0$$

and

$$\frac{1}{Pr}\theta'' + 2f\theta' = 0$$

2. The non-similar equations are solved numerically using Keller-Box method by transforming the higher order into first order. This discretization results are solved using newton linearization technique and to find factorization of solution using decomposition LU where converging criterion is $|\delta v(x, 0, t)| < \epsilon$.

3. The numerical results are given in Figure 4 to Figure 11 with the effect of Prantdl number, viscoelastic, mixed convection, and MHD parameter to the characteristic of temperature profile (θ) and velocity profile (f')

APPENDIX

In this section, we present the technique to get the radial distance of sphere $\bar{r}(\bar{x})$ in equation (1). We only focus on some variables and parameters, such as diameter of circle of a , radial distance of $\bar{r}$, $\bar{x}$ -axis (along a surface of circle), and angle of $\bar{x}/a$ as shown Figure 12.

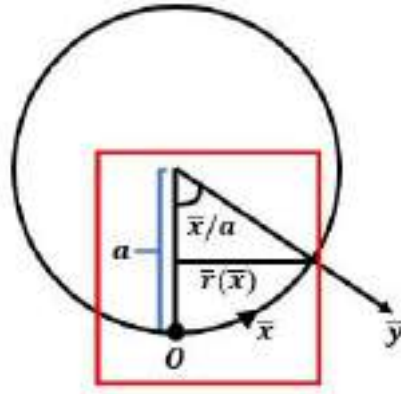


Figure 12. Geometry of Physical Model

Figure 12 is the geometry of main problem that we want to write here and when we focus on red area in Figure 12, we will find a geometry of triangle. Furthermore, we will ignore $\bar{x}$ -axis as shown in Figure 13.

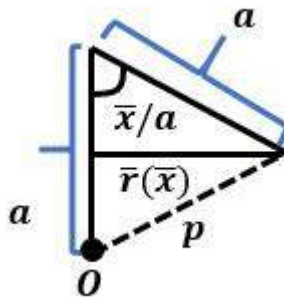


Figure 13. Geometry of Physical Model Without Arc of Circle $\bar{x}$

According to Figure 13, we can find the radial distance of $\bar{r}$ by finding the value of p firstly. To do that, we can use the formula of triangle.

$$p^2 = s_1^2 + s_2^2 - 2s_1s_2 \cos \theta$$

In this case, s_1 and s_2 are sides of triangle, where $s_1 = s_2 = a$. Furthermore, we obtain

$$\begin{aligned} p^2 &= a^2 + a^2 - 2a^2 \cos \theta \\ &= 2a^2 - 2a^2 \cos \theta \\ &= 2a^2(1 - \cos \theta) \end{aligned}$$

Since $\cos \theta = 1 - 2 \sin^2 \left(\frac{\theta}{2} \right) \Leftrightarrow 1 - \cos \theta = 2 \sin^2 \left(\frac{\theta}{2} \right)$, then obtained

$$\begin{aligned} p^2 &= 2a^2 \left(2 \sin^2 \left(\frac{\theta}{2} \right) \right) \\ &= 4a^2 \sin^2 \left(\frac{\theta}{2} \right) \end{aligned}$$

which gives

$$p = \pm 2a \sin \left(\frac{\theta}{2} \right)$$

The last step is to find the radial distance of $\bar{r}$ by using the Pythagoras formula of two triangles as shown in Figure 14.

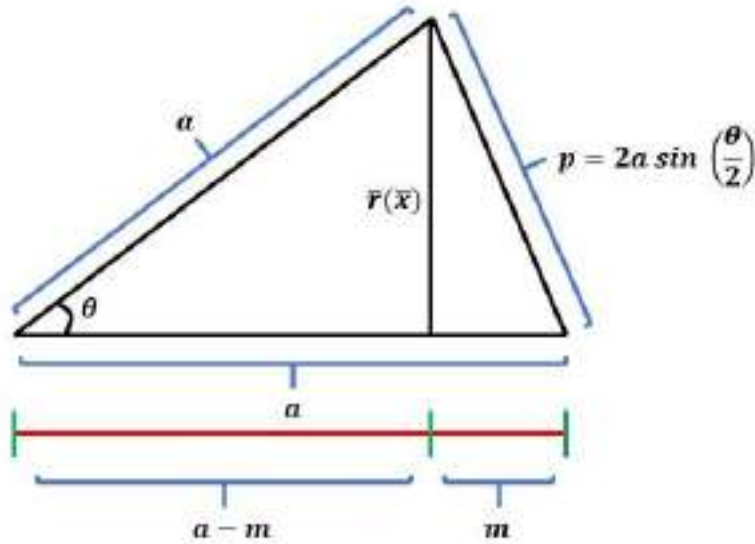


Figure 14. Geometry of physical model in a triangle

which gives the formula

$$\begin{aligned}a^2 - (a - m)^2 &= \left(2a \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)^2 - m^2 \\ \Leftrightarrow a^2 - (a^2 - 2am + m^2) &= 4a^2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) - m^2 \\ \Leftrightarrow 2am - m^2 &= 4a^2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) - m^2 \\ \Leftrightarrow 2am &= 4a^2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \\ \Leftrightarrow m &= 2a \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)\end{aligned}$$

The next step is to substitute the value of m into the following formula.

$$\bar{r} = \sqrt{p^2 - m^2}$$

Then, one has

$$\begin{aligned}\bar{r} &= \sqrt{\left(2a \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)^2 - \left(2a \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)^2} \\ &= \sqrt{4a^2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) - 4a^2 \sin^4\left(\frac{\theta}{2}\right)} \\ &= \sqrt{4a^2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \left(1 - \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)} \\ &= \sqrt{4a^2 \sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right)} \\ &= 2a \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \\ &= a \left(2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right) \\ &= a \sin \theta\end{aligned}$$

Finally, we assume $\theta = \bar{x}/a$, then we obtain the desired result of radial distance $\bar{r} = a \sin (\bar{x}/a)$.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank to the reviewers for their valuable comments and suggestions which helped to improve the paper.

REFERENCE

- Amin, N., Nazar, R., & Pop. I. (2002). On the mixed convection boundary-layer flow about a solid sphere with constant surface temperature. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 27(2), 117-135.
- Cebeci, T. & Bradshaw, P. (1977). *Momentum transfer in boundary layers*. Washington: Hemisphere.
- Ghani, M., Widodo, B., & Imron, C. (2015). Incompressible and steady mixed convection flow over a sphere. In *The 1st Young Scientist International Conference of Water Resources Development and Environmental Protection, Malang, Indonesia* (pp. 5-7).
- Ghani, M., Widodo, B., & Imron, C. (2014). Model aliran konveksi campuran yang melewati permukaan sebuah bola. In *Seminar Nasional Pendidikan Matematika Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia*.
- Kasim, A. R. M. (2014). *Convective boundary layer of viscoelastic fluid*. Ph.D. Thesis. Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.
- Kreith & Frank. (1994). *Prinsip-prinsip perpindahan panas*. Jakarta: Erlangga.
- Nazar, R., Pop, I., & Salleh, M. Z. (2010). Mixed convection boundary layer flow about a solid sphere with newtonian heating. *Archives of Mechanics*, 62(4), 283-303.
- Rumite, W., Widodo, B., & Imron, C. (2015). The numerical solution of free convection flow of visco-elastic fluid with heat generation over a sphere. In *The 1st Young Scientist International Conference of Water Resources Development and Environmental Protection, Malang, Indonesia* (pp. 5-7).
- Salleh, M. Z., & Ibrahim, R. N. K. (2002). Mixed convection boundary layer near the lower stagnation point of a solid sphere with newtonian heating. In *The 7th WSEAS International Conference on System Science and Simulation in Engineering (ICOSSE'08)* (pp. 291-298).
- Sleigh & Andrew. (2001). *An Introduction to Fluid Mechanics*. University of Leeds. England.
- Widodo, B. (2012). *Pemodelan Matematika*. Surabaya: ITS Press.
- Widodo, B. (2013). The Influence of hydrodynamics on the spread of pollutants in the confluence of two rivers. *Applied Mathematical Sciences*, 7(123), 6115-6123.

PENGUKURAN DIAMETER DAN KEDALAMAN KAWAH BULAN

**Muhammad Hidayat^{*1}, Leo Hermawan², Riskiyan Hadi³, Hariyadi Putraga⁴,
Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar⁵**

^{1, 2, 3, 4, 5}Observatorium Ilmu Falak, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
dayatc4@gmail.com^{*1}, leohermawan40@gmail.com²,
rizkiyanhadi8897@gmail.com³, hariyadiputraga@gmail.com⁴,
arwinjuli@umsu.ac.id⁵

**Corresponding Author*

Received 27 February 2021; revised 17 July 2021; accepted 29 July 2021.

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan tujuan untuk mengukur secara tidak langsung diameter dan kedalaman kawah bulan yang diperoleh saat pengamatan Bulan. Penelitian ini dilakukan di Observatorium Ilmu falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan menggunakan teleskop William Optics Gt 102, Mounting iEQ45 Pro Kamera CCD QHY 5-II dan Canoon 600D. Penelitian ini fokus pada pengamatan kawah di Bulan, menentukan ukuran diameter dan kedalamannya pada basis foto dan perhitungan sederhana dengan beberapa penyederhanaan matematis. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, didapat nilai untuk diameter (d) dan kedalaman (h) untuk kawah bernama Tycho yaitu $d = 102,95$; $h = 6,6$. Copernicus $d = 110,14$; $h = 5,4$. Schiller $d = 28,98$; $h = 8,6$. Kepler $d = 178,82$; $h = 3,8$ dengan tingkat kesalahan pengukuran 2%.

Kata kunci: bulan, diameter, kawah, kedalaman.

ABSTRACT

This research is an experimental study conducted with the aim to measure the diameter and depth of the moon obtained when observing the Moon. This research was conducted at the Observatory of astronomy at the University of Muhammadiyah North Sumatra using the William Optics Gt 102 telescope, Mounting iEQ45 Pro CCD Camera QHY 5-II and Canoon 600D. This research focuses on observing the crater on the Moon, determining its diameter and depth based on photographs and simple calculations with some mathematical simplifications. Based on the results obtained from the study, obtained values for diameter (d) and depth (h) for the crater named Tycho namely $d = 102.95$; $h = 6.6$. Copernicus $d = 110.14$; $h = 5.4$. Schiller $d = 28.98$; $h = 8.6$. Kepler $d = 178.82$; $h = 3.8$ with a measurement error rate of 2%.

Keywords: moon, diameter, crater, depth.

PENDAHULUAN

Bulan merupakan salah satu objek yang menarik di langit karena penampakkannya terlihat menonjol di malam hari. Permukaan bulan yang selalu tampak sama jika dilihat dari bumi disebabkan karena periode rotasi sama dengan periode revolusinya. Permukaan bulan yang nampak dari bumi terlihat banyak bercak-bercak atau bopeng yang disebut kawah yang terbentuk akibat hantaman meteor maupun benda langit lain yang jatuh di permukaan bulan (Admiranto, 2000). Bulan yang menghadap ke bumi mempunyai kurang lebih 30.000 buah kawah, yang diameternya tidak kurang dari 2 sampai 200 km (Santi, 2011).

Bulan adalah satu-satunya satelit alamiah yang dimiliki bumi. Masyarakat Romawi menyebut bulan sebagai *luna*. Masyarakat Yunani menamakannya dengan *selene* dan *artemis*. Karena terangnya, keberadaan bulan tentu telah diketahui sejak masa sebelum manusia mengenal tulisan. Bulan yang terlihat dari bumi tampak berwarna sangat abu-abu, tetapi variasi warna abu-abu ini bisa memberi kita informasi mengenai bulan tersebut. Bagian yang lebih terang adalah daerah yang lebih tua dan lebih tinggi dan meliputi 85% permukaan bulan, sedangkan daerah yang lebih gelap adalah daerah dataran rendah yang lebih muda umurnya (Couper & Henbest, 2013).

Bulan tidak memiliki atmosfer sehingga perbedaan suhu antara siang dan malam sangat tinggi. Ketika tengah hari tiba dan matahari tepat berada di atas kepala maka suhunya dapat mencapai 100 derajat celcius. Pada malam hari suhu bulan turun hingga -116 derajat celcius atau 116 di bawah nol derajat celcius. Waktu pemanasan dan pendinginan di permukaan bulan lebih lama dibanding bumi. Hal ini dikarenakan bulan menyelesaikan satu kali rotasi dalam waktu 27,3 hari di bumi.

Kawah di bulan pertama kali diamati oleh Galileo Galilei, menggunakan teleskop pertamanya pada 1609. Dia menemukan bahwa, bulan bukanlah bidang yang sempurna, tetapi memiliki gunung dan depresi seperti cangkir yang disebut sekarang dengan kawah (Grubelnik, Marhl, & Repnik, 2018). Bulan tidak memiliki atmosfer sehingga meteroit sekecil apapun pasti sampai ke permukaannya, itulah sebabnya jumlah kawah di bulan banyak sekali dan membuatnya tampak bopeng. Selain terdapat kawah-kawah, di bulan terdapat juga

daerah-daerah yang bersih, tidak terlalu banyak mengalami bombardemen meteorit. Daerah-daerah ini kemudian diberi nama *maria*, atau *mare* dalam bentuk tunggal yang berarti laut. Nama-nama daerah ini misalnya *Mare Transquillitatis*, *Mare Serenitatis*, *Mare Imbrium*, *Mare Nubium*, *Mare Humorum* dan sebagainya (Admiranto, 2000). Saat ini, ada banyak foto dan aplikasi gratis yang umumnya tersedia, seperti Virtual Moon Atlas yang memungkinkan untuk melihat dan mengetahui lebih jauh tentang kawah di bulan. (Legrand & Chevalley, 2015).

Ada dua tipe utama permukaan bulan. Tipe pertama, dataran tinggi bulan, merupakan permukaan yang penuh kawah dengan pegunungan-pegunungan yang sangat tua. Permukaan ini umumnya berada di bagian bulan yang membelakangi bumi (sisi jauh bulan). Tipe permukaan lainnya adalah wilayah yang sangat sedikit memiliki kawah permukaannya lebih halus dan lebih gelap dari dataran tinggi bulan. Kulit bulan berketebalan rata-rata 68 km dan biasanya lebih tipis di wilayah *maria* (rata-rata 60 km). Ketebalannya bervariasi di setiap permukaan bulan, mulai dari 0 km di daerah *Mare Crisium*, hingga 107 km di wilayah dataran tinggi. Inti Bulan, berjejari sekitar 300-400 km (Haryadi, 2008).

Dalam penelitian ini lebih fokus tentang penentuan diameter dan kedalaman kawah bulan. Karya eksperimental sehubungan dengan studi objek astronomi sering kali membutuhkan peralatan astronomi yang mahal sehingga kurangnya karya eksperimental ini. Selain itu, membutuhkan pengetahuan tentang metode kerja yang kompleks (Grubelnik, Marhl, & Repnik, 2018). Dalam tulisan ini, disajikan contoh karya eksperimental menggunakan teleskop. Teleskop dapat mengumpulkan cahaya lebih banyak dan juga dapat menghasilkan gambaran yang diperbesar (Robbin, 2005).



Gambar 1. Teleskop William Optics Gt 102

Dalam penelitian kali ini, digunakan teleskop William Optics Gt 102, Mounting iEQ45 Pro Kamera CCD QHY 5-II, dan Canoon 600D. Teleskop yang digunakan saat pengamatan bulan pada malam hari seperti pada Gambar 1. Spesifikasi lengkap dari Mounting yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Teleskop

Nama		Keterangan
Aperture		102mm
Focal Ratio		F/6.9
Focal Length		703mm
Objective designed		3 elements Air-spaced with FPL53 glass
Resolving Power		1.13 arc "
Limiting Magnitude		13.9
Lens Shade		Retractable
Focuser		OD 2.3" R &P focuser ,360° Rotating Camera-angle Adjuster 1.25" Adapter Included
1.25" Adapter		Brass Compression Rings
Tube Diameter		105mm
Mounting Rings		provided
Tube Length		27" (689mm) Fully Retracted
Tube Weight		11 lbs. (5.0kg)
Case		High Quality Soft Case (Optional accessory)
Case Dimensions		31" x 10" x 13 "
(W x H x D)		(78cm x 25m x 34cm)

Dalam pengambilan citra beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

- Mengatur ketajaman gambar objek yang diamati;
- Menyesuaikan posisi teleskop untuk menjaga bulan terlihat;
- Pilihan *eyepiece* yang tepat sesuai dengan besaran yang diinginkan;
- Mengambil foto dengan kamera CCD dan DSLR.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengedintifikasi permukaan kawah bulan, khususnya penentuan diameter dan kedalaman kawah bulan agar

memberikan informasi data dari pengamat. Kajian penelitian relevan terkait penelitian kawah bulan yaitu *Physical Properties of Lunar Craters*, penelitian ini mempelajari hubungan antara kawah satu dengan lainnya dan juga terkait dengan posisi dan pemetaan antar kawah bulan (Joshi, Bhatt, & Jain, 2017). Penelitian serupa berjudul *Determination of the Size and Depth of Craters on the Moon* yang menganalisis kemampuan siswa dalam melakukan uji coba perhitungan diameter dan kawah bulan (Grubelnik, Marhl, & Repnik, 2018). Perbedaan yang terdapat pada penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah penelitian ini lebih difokuskan pada pengukuran kedalaman dan diameter kawah bulan yang terjadi di Indonesia tepatnya di Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara yang belum pernah diteliti sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan prosedur dan langkah kerja yang digunakan dalam kegiatan penelitian mulai dari perencanaan, pengumpulan data, pengolahan data, sampai pada tahap pengambilan keputusan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif dengan teknik observasi. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui (Kasiram, 2008). Sedangkan teknik observasi adalah teknik pengumpulan data yang bersifat khusus dan kompleks dibandingkan dengan teknik pengumpulan data yang lainnya.

Teknik pengumpulan data observasi lebih spesifik dan kompleks karena teknik pengumpulan data ini tidak hanya menjadikan manusia sebagai obyek namun juga obyek-obyek lain seperti situasi atau kondisi di suatu lingkungan (Sugiyono, 2014). Berikut dijelaskan satu-satu persatu alat-alat astronomi yang digunakan dalam pengambilan data bulan.

Mounting

Mounting atau dudukan teleskop adalah bagian dari sebuah teleskop yang menjaga teleskop tetap di tempatnya. Mounting merupakan bagian penting dari sebuah teleskop profesional. Ada dua tipe mounting yaitu alt-azimuth dan equatorial.

Equatorial bekerja menggunakan 3 buah sumbu yaitu sumbu RA, Deklinasi dan Equator. Sedangkan mounting alt-azimuth menggunakan 2 buah sumbu yaitu sumbu x atau altitude (atas bawah), dan y atau azimuth (kanan kiri). Untuk pengoperasian mounting alt-azimuth jauh lebih mudah dibanding mounting equatorial. Mounting jenis equatorial yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. iEQ45 Pro

Kamera CCD QHY II-L

Kamera CCD atau *Charge Coupled Device* merupakan suatu alat pencitraan untuk menkonversikan cahaya menjadi arus elektrik yang proporsional (analog). Sebuah CCD memiliki lapisan-lapisan filter yang membagi spektrum warna menjadi warna merah, hijau, biru agar bisa diproses secara digital oleh kamera.



Gambar 3. CCD QHY 5-II

Teknologi yang digunakan CCD adalah teknologi yang sudah dipakai dalam waktu yang cukup lama sebagai sensor cahaya. Cara kerja sensor ini adalah

ketika cahaya mengenai sensor, masing-masing pixel sensor menghasilkan muatan listrik yang kemudian dikonversi menjadi tegangan. Tegangan dikirim menuju chip pengkonversi sinyal analog menjadi digital (*analog to digital converter - A/D converter*) melalui sebuah saluran dengan cara serial (seperti pada sistem register geser. Kamera CCD yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 3.

Kamera Canoon 600D

Kamera digital adalah alat untuk membuat gambar dari obyek untuk selanjutnya dibiaskan melalui lensa pada sensor CCD maupun sensor BSI-CMOS (*Back Side Illuminated*) yang hasilnya kemudian direkam dalam format digital. Kamera digital adalah alat paling populer dalam aktivitas fotografi.

Kelebihan dari kamera digital adalah hasil gambar yang dengan cepat diketahui. Beberapa kamera digital, terutama DSLR dan *high-end cameras* dilengkapi fasilitas RAW yang dapat ditindaklanjuti di komputer menggunakan perangkat lunak tertentu untuk hasil terbaik, tetapi pada saat ini fasilitas Auto Mode telah menghasilkan gambar yang baik dalam format JPEG. Dalam dunia fotografi, kamera merupakan suatu piranti untuk membentuk dan merekam suatu bayangan potret pada lembaran film. Kamera DSLR yang digunakan dalam penelitian ini diberikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Canoon 600D

Software IRIS

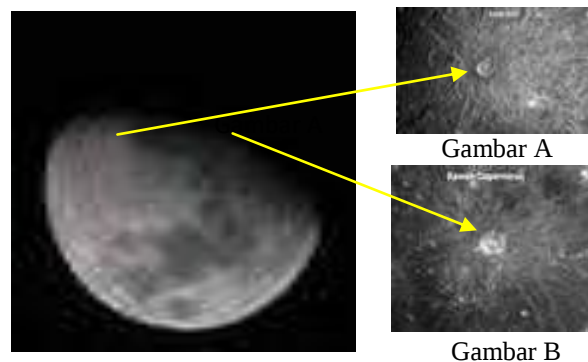
Iris berorientasi kepada pengolahan dan analisis ilmiah gambar/citra foto. *Software* IRIS mulai dikenal dalam era teknologi pada pertengahan tahun 1980-an, ketika CCD kamera mulai digunakan oleh para praktisi amatir. *Software* ini diciptakan dalam bahasa *assembly* yang memiliki kemampuan untuk memproses

gambar hingga ukuran 128×128 megapixel atau lebih. Pada penelitian ini, menggunakan software IRIS versi 5.59 yang diproduksi oleh Christian Buil pada tahun 2000 (Putraga, 2016).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Data

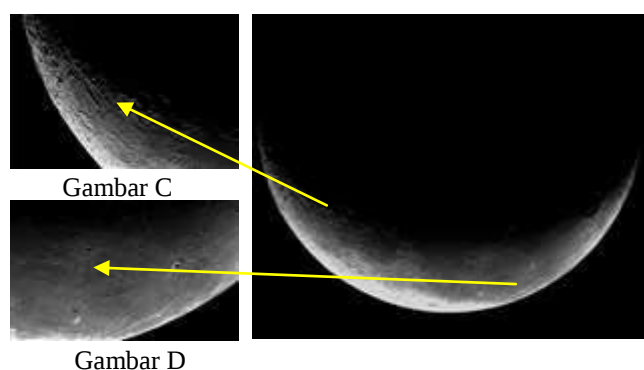
Pengamatan kawah bulan dilakukan di Observatorium Ilmu Falak, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tanggal 16 September 2018.



Gambar 5. Penentuan Diameter Kawah Bulan yang Dipilih

Gambar 5 menunjukkan posisi kawah bulan yaitu Gambar A dan Gambar B yang akan diukur kedalaman dan diameternya.

Pengamatan kedua dilakukan pada tanggal 31 Januari 2019. Gambar 6 menunjukkan posisi kawah bulan yaitu Gambar C dan Gambar D yang akan diukur kedalaman dan diameternya.



Gambar 6. Penentuan Diameter Kawah Bulan yang Dipilih.

Penentuan Diameter dan Kedalaman Kawah Bulan

Diameter Kawah Bulan

Jika ingin menghitung diameter kawah, dapat digunakan perhitungan sederhana dari rasio panjang diketahui dan tidak diketahui. Prosedur yang dijelaskan secara rinci oleh Brglez lihat (Brglez M., 2012). Pada penelitian ini, diambil kawah bernama Tycho (Gambar A), Copernicus (Gambar B) Schiller (Gambar C), dan Kepler (Gambar D). Diameter bulan $2r = 3.474$ km,

$$x = 2r \frac{x'}{2r'} \quad (1)$$



Gambar 7. Rasio Kawah Bulan

Gambar 7 menunjukkan rasio kawah bulan dalam penentuan diameter kawah bulan dengan $\frac{x'}{2r'}$, rasio jumlah piksel pada layer.

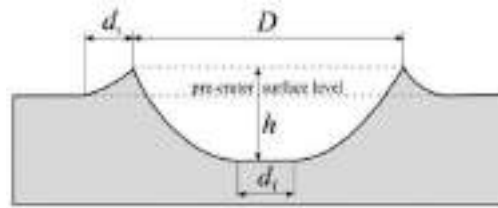
Tabel 2. Hasil Perhitungan Diameter Kawah Bulan

Gambar	Diameter (km)
A	102,95
B	110,14
C	28,98
D	178,82

Tabel 2 menunjukkan diameter kawah bulan pada setiap gambar yang dihitung menggunakan perhitungan sederhana dari rasio panjang diketahui dan tidak diketahui. Disimpulkan bahwa kesalahan pengukuran relatif sekitar 2%.

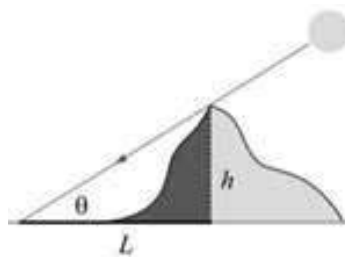
Kedalaman Kawah

Metode untuk menentukan kedalaman kawah didasarkan pada panjang bayangan gunung. Panjang bayangan ditentukan dengan cara yang mirip dengan penentuan diameter kawah, tetapi perlu memperbesar foto dengan tepat menentukan bagian atas (bawah) gunung (kawah) dan ujungnya bayangan. Dengan cara ini, ditentukan panjang bayangan virtual, bukan panjang sebenarnya. Untuk menentukan panjang sebenarnya dari bayangan, kita perlu memasukkan koreksi yang sesuai karena bentuk bola bulan (Kelemen et al, 2010).



Gambar 8. Penampang Kawah

Gambar 8 menunjukkan cara perhitungan kawah bulan. Panjang bayangan beberapa kawah yang berbeda diukur dan kemudian mengikuti dari rumus berikut ini,



Gambar 9. Perbandingan Panjang Bayangan dan Tinggi

Gambar 9 menunjukkan sudut yang terbentuk oleh sinar matahari dan terlihat dari bayangan pada kawah bulan tersebut.

$$h = L \tan \theta \quad (2)$$

keterangan:

h = tinggi

L = panjang bayangan

θ = ketinggian matahari di atas cakrawala bulan

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kedalaman Kawah Bulan

Gambar	Kedalaman (km)
A	6,6
B	5,4
C	8,6
D	3,8

Tabel 3 menunjukkan hasil kedalaman kawah bulan pada setiap gambarnya. Dengan menggunakan penyederhanaan ini, hasil pengukuran kedalaman kawah dalam kesalahan 2% dibandingkan dengan data astronomi modern saat ini (Encyclopedia, 2019).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, didapat nilai untuk diameter (d) dan kedalaman (h) untuk kawah bernama Tycho yaitu $d = 102,95$; $h = 6,6$. Copernicus $d = 110,14$; $h = 5,4$. Schiller $d = 28,98$; $h = 8,6$. Kepler $d = 178,82$; $h = 3,8$. Adapaun tingkat kesalahan pengukuran 2%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pimpinan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan fasilitas alat dan tempat di Observatorium Ilmu Falak, Universitas Muhammadiyah Surabaya untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Admiranto, G. (2000). *Tata surya dan alam semesta*. Yogyakarta: Kanisius.
- Brglez, M. (2012). *Velikost kraterjev na luni – računanje (The size of craters on the moon calculations)*. Retrieved July 6, 2021, from Wordpress: <https://martinbrglez.files.wordpress.com/2012/04/velikostkraterjevnaluni-pdf.pdf>.
- Couper, H., & Henbest, N. (2013). *Ensikolpedi ruang angkasa*. (G. Admiranto, Trans.) Yogyakarta: Kanisius.
- Encyclopedia. (2019). *Depth of moon crater*. Retrieved July 6, 2021, from Britannica: <https://www.britannica.com/place>.
- Grubelnik, V., Marhl, M., & Repnik, R. (2018). Determination of the size and depth of craters on the moon. *Center for Educational Policy Studies*

- Journal*, 8(1), 35-53. <https://doi.org/10.26529/cepsj.322>
- Haryadi, R. (2008). *Ensiklopedia Astronomi Jilid 3: Satelit, Asteroid dan Komet*. Jakarta: Erlangga.
- Joshi, M. P., Bhatt, K. P., & Jain, R. (2017). Physical properties of lunar craters. *Research in Astronomy and Astrophysics*, 17(3), 24-1 – 24-16. <https://doi.org/10.1088/1674-4527/17/3/24>
- Kasiram, M. (2008). *Metodologi penelitian*. Malang: UIN Malang Press.
- Kelemen, M., Šomen, J. Bohinec, J., Davidović, N., & Gomboc M. (2010). Višina gora na luni [The height of mountains on the moon]. *Astronomi v Kmici*, 13, 8-15. Retrieved from <http://www.kmica.si/wp-content/uploads/2015/03/Bilten2010.pdf>
- Legrand, C., & Chevalley, P. (2015). Virtual moon atlas 6.0 freeware. In *European Planetary Science Congress 2015* (Vol. 10, P. 94). Retrieved from <https://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC2015/EPSC2015-94.pdf>
- Putraga, H. (2016). *Astronomi dasar*. Medan: CV Prima Utama.
- Robbin, K. (2005). *Astronomi: bengkel ilmu*. Jakarta: Erlangga.
- Santi, I. H. (2011). *Pengukuran diameter dan kedalaman kawah Copernicus di bulan dengan menggunakan Microsoft Visio Premium 2010 di Laboratorium Astronomi Universitas Negeri Malang*. Diploma thesis. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Sugiyono. (2014). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan kombinasi (mixed method)*. Bandung: Alfabeta.

PROFIL BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK DITINJAU DARI GAYA KOGNITIF DALAM MEMECAHKAN MASALAH MATEMATIKA

Nathasa Pramudita Irianti^{*1}, Rio Febrianto Arifendi², Elita Mega Selvia
Wijaya³

^{1, 2, 3}Universitas Tribhuwana Tunggaladewi

nathasa1990@gmail.com^{*1}, rioarifendi@gmail.com², elita.selvia@gmail.com

^{*}Corresponding Author

Received 25 July 2021; revised 14 September 2021; accepted 17 September 2021.

ABSTRAK

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan profil berpikir kritis peserta didik yang memiliki tipe kognitif reflektif dan impulsif. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas VIII MTs Muhammadiyah 1 Malang. Untuk mendapatkan kelompok gaya kognitif dilakukan *Matching Familiar Figures Test* (MFFT), kemudian pada masing-masing kelompok dipilih 2 subjek dengan memperhatikan kemampuan komunikasi peserta didik saat mengeluarkan gagasan secara lisan maupun tertulis sesuai hasil wawancara dengan guru matematika. Keempat subjek diberikan soal pemecahan masalah untuk mengetahui profil masing-masing gaya kognitif. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa peserta didik reflektif mampu memahami masalah, setiap keputusan disertai dengan alasan yang relevan, penarikan kesimpulan tepat, mampu menjelaskan kesimpulan yang dibuat dengan baik serta tidak melakukan *overview*. Sedangkan untuk peserta didik dengan gaya kognitif impulsif mampu memahami masalah, beberapa alasan yang dikemukakan tidak relevan sehingga penarikan kesimpulan yang dilakukan kurang tepat, dan melakukan *overview* pada soal yang dirasa mudah. Persamaan peserta didik reflektif dan impulsif terletak pada *focus* sedangkan perbedaannya terletak pada *reason*, *inference*, *situation*, *clarity*, dan *overview*.

Kata kunci: berpikir kritis, gaya kognitif, pemecahan masalah.

ABSTRACT

The purpose of this study is to describe the critical thinking profile of students who have reflective and impulsive cognitive types. The subjects of this study were students of class VIII MTs Muhammadiyah 1 Malang. To get a cognitive style group, a *Matching Familiar Figures Test* (MFFT) was carried out, then in each group, 2 subjects were selected by taking into account the communication skills of students when expressing ideas orally or in writing according to the results of interviews with mathematics teachers. The four subjects were given problem-solving

questions. to find out the profile of each cognitive style. The results obtained indicate that reflective students can understand the problem, each decision is accompanied by relevant reasons, draws the right conclusions, can explain well-made conclusions, and does not do an overview. Impulsive cognitive style can understand the problem, some of the reasons put forward are irrelevant so that the conclusions made are inaccurate, and carry out an overview of the questions that are considered easy. The similarities between reflective and impulsive students lie in focus, while the difference lies in reason, inference, situation, clarity, and overview.

Keywords: critical thinking, cognitive, problem solving

PENDAHULUAN

Menurut National Council of Teaching of Teacher Mathematics (NCTM), salah satu standar proses pada pembelajaran matematika adalah kemampuan dalam pemecahan masalah, atau yang biasa dikenal dengan *problem solving* (NCTM, 2000). Pemecahan masalah merupakan hal yang sangat penting dalam pembelajaran matematika (Irianti et al., 2016). Pemecahan masalah merupakan proses mental tingkat tinggi dan memerlukan proses berpikir yang lebih kompleks karena merupakan inti dari matematika, memerlukan kemampuan berpikir kritis yang juga merupakan hal yang penting untuk peserta didik (Haryani, 2011) (Irianti, 2020) (Wijaya & Irianti, 2021). Ada enam unsur dasar yang perlu dipertimbangkan dalam berpikir kritis menurut Ennis, yaitu *focus*, *reason*, *inference*, *situation*, *clarity*, dan *overview* (Cahyono, 2017).

Terdapat hubungan yang sangat berkaitan erat antara berpikir kritis dengan proses *problem solving* atau pemecahan masalah. Kemampuan berpikir kritis sangat dibutuhkan dalam memecahkan masalah untuk mencari berbagai alternatif penyelesaian. Sebaliknya, pemecahan masalah dapat digunakan untuk memicu berkembangnya kemampuan berpikir kritis peserta didik (Cahyono, 2016). Apalagi hubungan antara pemecahan masalah dan berpikir kritis didukung penelitian yang dilakukan oleh Sulianto dkk yang menyimpulkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara kemampuan berpikir kritis dan kemampuan memecahkan masalah (Sulianto et al., 2018).

Sayangnya, pentingnya kemampuan pemecahan masalah ini bertolak belakang dengan kondisi yang dialami oleh peserta didik di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara yang menjadi objek *Trend in International*

Mathematics and Science Study (TIMSS) sejak 2003 ini, masih menempati posisi yang rendah (Hadi & Novaliyosi, 2019). TIMSS yang merupakan studi komparatif internasional yang komprehensif dalam matematika dan sains sejak tahun 1995 ini dilakukan tiap empat tahun sekali (Thomson et al., 2017). Berdasarkan hasil TIMSS yang dilakukan di tahun 2015, kemampuan peserta didik Indonesia dalam matematika berada di urutan 44 dari 49 negara peserta (Prastyo, 2020). Tidak jauh berbeda dengan TIMSS, *Programme for International Students Assessment* (PISA) yang telah dilakukan di tahun 2018 juga memposisikan Indonesia di urutan 73 dari 79 negara partisipan (Hewi & Shaleh, 2020). Mendukung hasil TIMSS dan PISA, observasi yang dilakukan peneliti di kelas VIII MTs Muhammadiyah 1 Malang menunjukkan rendahnya kemampuan pemecahan masalah sebagian besar peserta didik. Mayoritas peserta didik tidak mampu menyelesaikan masalah non rutin.

Dari hasil survey PISA dan TIMSS serta observasi yang dilakukan peneliti, memberikan gambaran adanya masalah dalam pembelajaran matematika. Rendahnya kemampuan pemecahan masalah peserta didik Indonesia akan berdampak pada kemampuan berpikir kritis yang menyebabkan tujuan pembelajaran matematika tentang kemampuan berpikir kritis belum tercapai. Namun jika dilakukan pembinaan secara tepat kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat ditingkatkan, hal ini dibuktikan dari hasil International Mathematical Olympiad (IMO) pada tahun 2019 Indonesia berada di peringkat 19 dari 101 negara yang berpartisipasi (Iryanti, 2015). Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa peserta didik yang mendapatkan pembinaan tepat mampu bersaing dengan peserta didik dari negara lain. Sebelum dilakukan pembinaan lebih lanjut dan untuk mengatasi kelemahan kemampuan berpikir kritis peserta didik, seorang guru perlu mengetahui profil berpikir kritis peserta didik. Dengan mengetahui profil berpikir kritis, diharapkan guru dapat memperoleh gambaran tentang keadaan peserta didik dalam memecahkan masalah sehingga guru dapat menentukan cara pembelajaran yang sesuai.

Lebih lanjut dari hasil observasi ditemukan pula bahwa aktivitas pemecahan masalah peserta didik dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktor yang berpengaruh adalah gaya kognitif. Dalam merencanakan suatu

pembelajaran, akan lebih baik jika guru dapat memahami gaya kognitif peserta didiknya. Dengan mengetahui gaya kognitif peserta didik, guru dapat merancang dan memodifikasi materi, tujuan, dan metode pembelajaran yang disesuaikan dengan gaya kognitif peserta didik. Hal ini dikarenakan gaya kognitif mempengaruhi kecepatan dan kecermatan peserta didik dalam menyelesaikan masalah sehingga perbedaan itu juga akan memicu perbedaan berpikir kritis mereka (Fajari et al., 2013). Selanjutnya, beberapa peneliti menjelaskan bahwa kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah dapat berbeda-beda dikarenakan gaya kognitif cukup banyak berpengaruh dalam pemecahan masalah matematika peserta didik (Lusiana, 2017) (Murtafiah & Amin, 2018) (Reno et al., 2017) (Rosyana & Rosyidi, 2018). Berdasarkan hal tersebut, dengan mengetahui gaya kognitif peserta didiknya menjadi hal yang penting untuk dilakukan oleh seorang guru.

Gaya kognitif adalah bentuk dari aktivitas kognitif yang bersifat stabil sepanjang waktu, namun bukan berarti tidak dapat diubah (Wulan, 2019). Salah satu gaya kognitif yang dimiliki peserta didik adalah reflektif dan impulsif. Kagan berpendapat bahwa anak tergolong impulsif jika anak tersebut memiliki karakteristik cepat dalam menjawab masalah tetapi kurang cermat dan hasil jawaban cenderung salah. Sedangkan anak tergolong bergaya kognitif reflektif memiliki karakteristik lambat dalam menjawab masalah tetapi cermat atau teliti dan jawaban cenderung benar. Berdasarkan fakta-fakta yang ditemukan peneliti selama melakukan observasi dan merujuk pada definisi yang dikemukakan oleh Kagan (Kagan, 1966), peneliti menyimpulkan bahwa salah satu gaya kognitif yang berpengaruh pada peserta didik saat penyelesaian masalah adalah gaya kognitif reflektif dan impulsif.

Peneliti menggunakan materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) untuk mengetahui profil berpikir kritis peserta didik dalam memecahkan masalah. Hal ini dikarenakan materi SPLDV menggabungkan beberapa konsep dasar matematika yang dapat dijadikan sebagai stimulus dalam mengeluarkan proses berpikir kritis peserta didik (Mubarik, 2013). Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan profil berpikir kritis peserta didik ditinjau dari gaya kognitif dalam memecahkan masalah matematika.

METODE PENELITIAN

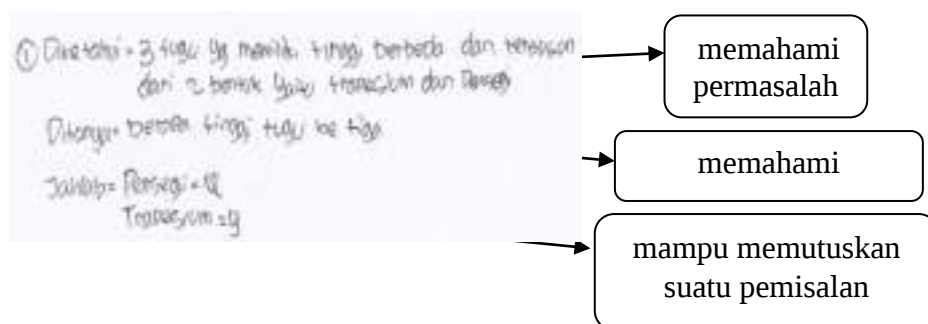
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis deskriptif eksploratif. Adapun subjek dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas VIII MTs Muhammadiyah 1 Malang. Subjek penelitian ini dipilih dengan memberikan tes MFFT (*Matching Familiar Figures Test*). Tes MFFT merupakan alat instrumen yang digunakan untuk menilai gaya kognitif impulsif-reflektif (Herianto, 2020) (Kagan, 1966). MFFT diberikan kepada peserta didik kelas VIII.

Berdasarkan hasil tes, diambil 4 peserta didik yang terdiri dari 2 peserta didik berkarakteristik impulsif dan 2 peserta didik berkarakteristik reflektif. Selain itu, juga diperhatikan kemampuan komunikasi peserta didik saat mengeluarkan gagasan baik secara lisan maupun tertulis. Setelah melakukan tes MFFT, peneliti memberikan tes pemecahan masalah kepada peserta didik mengenai SPLDV. Peneliti juga melakukan wawancara dengan keempat subjek yang bertujuan untuk mendapatkan informasi baru yang tidak diperoleh saat tes pemecahan masalah.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Profil Berpikir Kritis Peserta Didik Berdasarkan Gaya Kognitif Reflektif

Berikut merupakan jawaban peserta didik reflektif yang menunjukkan mampu memahami permasalahan.



Gambar 1. Jawaban Peserta Didik Kriteria *Focus*

Berdasarkan Gambar 1, peserta didik memahami bahwa informasi yang tersedia mengenai tinggi kedua tugu yang berbeda dengan tugu tersebut tersusun dari bentuk trapesium dan persegi. Peserta didik memutuskan membuat pemisalan yaitu persegi sebagai x dan trapesium sebagai y . Peserta didik reflektif memahami permasalahan yang diberikan dengan cara membaca permasalahan dengan cermat.

Sesuai dengan yang diungkapkan oleh Santrock bahwa peserta didik reflektif membaca dengan memahami dan menginterpretasikan teks (Santrock, 2009). Peserta didik mampu memutuskan untuk membuat pemisalan menggunakan variabel x dan variabel y . Hal ini sesuai dengan pengertian berpikir kritis yang diungkapkan oleh Kalelioglu & Gulbahar bahwa kegiatan berpikir kritis yang dilakukan oleh peserta didik merupakan suatu cara berpikir dan suatu kumpulan keterampilan terkait dengan pengambilan keputusan (Kalelioğlu & Gülbahar, 2013).

Peserta didik mampu memberikan alasan dari SPLDV yang dibuatnya berdasarkan keterangan atau fakta yang terdapat pada soal. Philip mengatakan bahwa anak berkarakteristik reflektif memperhatikan berbagai alternatif sebelum merespon yang menyebabkan respon yang diberikan selalu mendekati benar (Firestone & Douglas, 1977). Peserta didik reflektif mampu memberikan penjelasan yang tepat dari langkah yang dilakukan selama menyelesaikan sistem persamaan linear dua variabel. Hal ini dapat dilihat dari jawaban peserta didik pada Gambar 2.

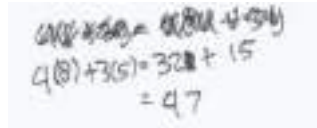
The image shows handwritten mathematical work for solving a system of linear equations in two variables (SPLDV) using the elimination method. The work is divided into two parts, each with an arrow pointing to a descriptive box.

Top part: The equations are $40x + 50y = 57$ and $6x + 10y = 68$. The second equation is multiplied by 4 to get $24x + 40y = 272$. This is subtracted from the first equation to get $16y = 420$, leading to $y = \frac{105}{4}$. An arrow points to a box labeled "memutuskan menyelesaikan SPLDV".

Bottom part: The equations are $40x + 50y = 57$ and $6x + 10y = 68$. The first equation is multiplied by 5 to get $200x + 250y = 285$. The second equation is multiplied by 4 to get $24x + 40y = 272$. These are subtracted to get $-184y = -12$, leading to $y = \frac{3}{46}$. An arrow points to a box labeled "memahami aturan eliminasi yaitu menyamakan salah satu".

Gambar 2. Jawaban Peserta Didik Kriteria *Inference*

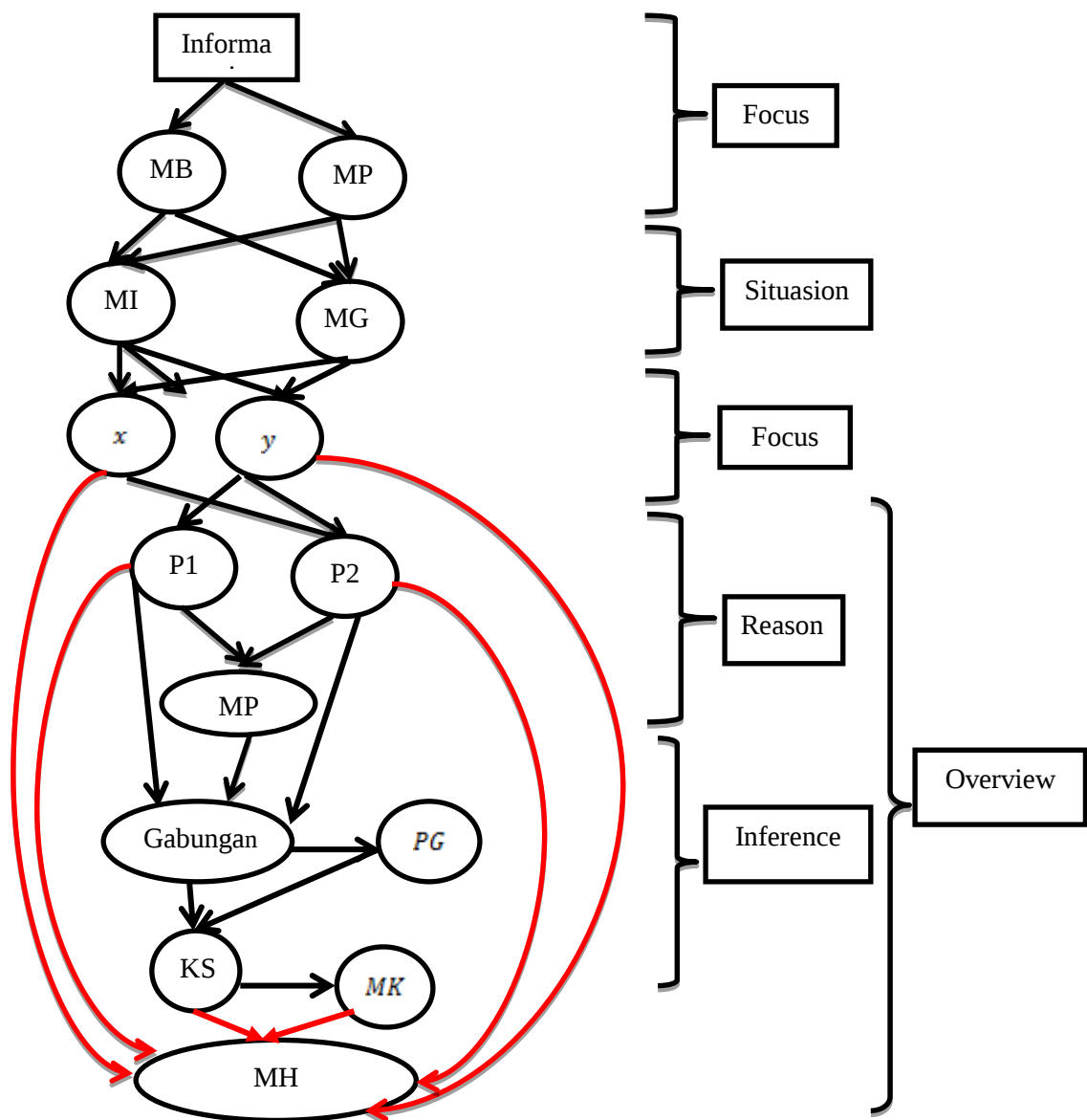
Jawaban peserta didik pada soal ini menunjukkan bahwa ia membuat kesimpulan dengan tepat yaitu menyelesaikan sistem persamaan yang telah dibuat dengan cara eliminasi. Peserta didik memahami aturan dari eliminasi yaitu menyamakan variabel sehingga dia mengalikan persamaan (1) dan persamaan (2) dengan bilangan tertentu. Pada saat wawancara peserta didik reflektif lama mempertimbangkan jawaban yang akan diberikan. Gambar 3 adalah jawaban peserta didik yang menunjukkan peserta didik reflektif mampu membuat kesimpulan dengan tepat.



Subjek membuat kesimpulan tinggi tugu

Gambar 3. Jawaban Peserta Didik Mengenai Kesimpulan Akhir

Peserta didik reflektif mampu memberikan penjelasan lebih lanjut dari kesimpulan akhir pada semua jawabannya. Peserta didik reflektif tidak melakukan pengecekan kembali terhadap jawabannya atau tidak melakukan tahap *overview* dikarenakan meyakini bahwa jawabannya telah benar. Berdasarkan data profil berpikir kritis peserta didik reflektif dapat dibuat alur berpikir kritis peserta didik seperti Gambar 4.



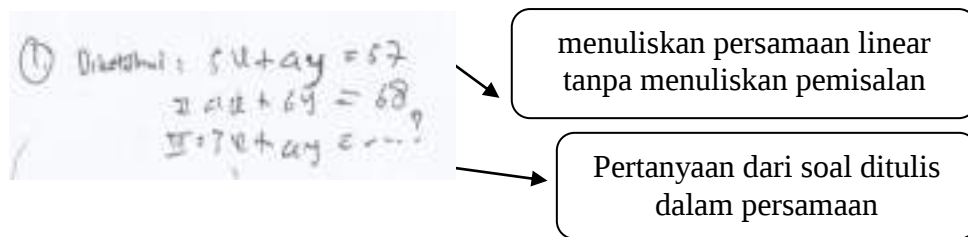
Gambar 4. Alur Berpikir Kritis Peserta Didik Reflektif

Keterangan:

MB : membaca masalah,	MP : menjelaskan persamaan,
MP : memahami pertanyaan,	PG : penjelasan cara gabungan,
MI : menggunakan semua informasi,	KS : membuat kesimpulan,
MG : memperhatikan gambar,	MK : menjelaskan kesimpulan,
x : pemisalan pertama,	MH : memeriksa hasil,
y : pemisalan kedua,	$\longrightarrow$: tahap dilakukan,
P1 : persamaan satu,	$\longrightarrow$: tahap tidak dilakukan,
P2 : persamaan dua.	

B. Profil Berpikir Kritis Peserta Didik Berdasarkan Gaya Kognitif Impulsif

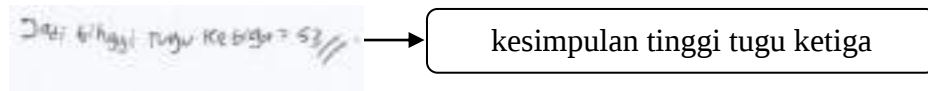
Peserta didik impulsif memahami permasalahan sistem persamaan linear dua variabel yang diberikan. Adapun hasil jawaban peserta didik ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Jawaban Peserta Didik Impulsif Kriteria *Focus*

Peserta didik mampu memahami bahwa informasi yang tersedia mengenai tinggi kedua tugu yang berbeda dimana tugu tersebut tersusun dari bentuk trapesium dan persegi. Informasi yang diberikan pada soal dituliskan pada jawabannya menggunakan persamaan linear dua variabel. Untuk tujuan yang ditanyakan dari soal, langsung menulis dalam persamaan tidak dengan kata-kata.

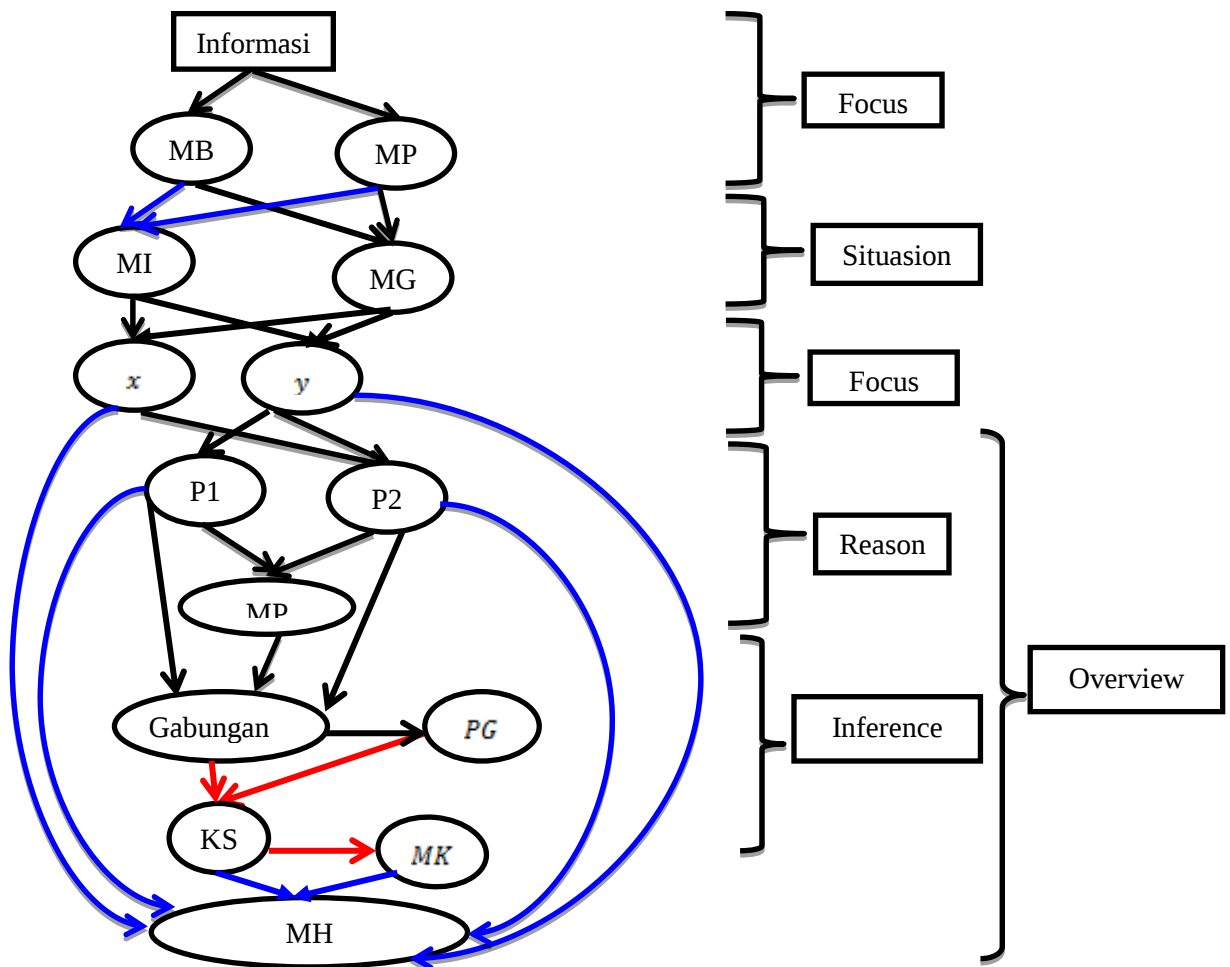
Peserta didik impulsif memberikan penjelasan pada setiap langkah pengambilan keputusan namun dalam memberikan alasan, peserta didik cenderung singkat dan cepat serta ada beberapa alasan yang tidak relevan. Berdasarkan jawaban dapat ditunjukkan bahwa peserta didik impulsif belum mampu membuat kesimpulan dengan tepat sesuai dengan tujuan soal.



Gambar 6. Jawaban Peserta Didik Reflektif Kriteria *Inference*

Berdasarkan Gambar 6, nampak bahwa peserta didik tidak membuat kesimpulan akhir dengan tepat sesuai dengan tujuan dari soal. Kesimpulan akhir yang dibuat adalah “Tinggi tugu ketiga adalah 53 m”. Nilai 53 merupakan nilai y , sehingga menyimpulkan bahwa tinggi tugu ketiga adalah y .

Peserta didik impulsif kurang mampu menggunakan beberapa informasi penting dari soal. Peserta didik impulsif tidak mampu memberikan penjelasan lebih lanjut. Peserta didik impulsif melakukan pengecekan hanya pada soal yang dirasa mudah, sedangkan pada soal yang dirasakan sulit peserta didik tidak memeriksa kembali jawabannya. Adapun alur profil berpikir kritis peserta didik dalam memecahkan masalah dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Berpikir Kritis Peserta Didik Impulsif

Keterangan:

MB : membaca masalah,	MP : menjelaskan persamaan,
MP : memahami pertanyaan,	PG : penjelasan cara gabungan,
MI : menggunakan semua informasi,	KS : membuat kesimpulan,
MG : memperhatikan gambar,	MK : menjelaskan kesimpulan,
x : pemisalan pertama,	MH : memeriksa hasil,
y : pemisalan kedua,	$\longrightarrow$: tahap dilakukan,
P1 : persamaan satu,	$\longrightarrow$: tahap tidak dilakukan,
P2 : persamaan dua.	$\longrightarrow$: ada bagian tidak dilakukan

C. Persamaan Profil Berpikir Kritis Peserta Didik Reflektif dan Impulsif

Peserta didik reflektif dan impulsif mampu memfokuskan permasalahan yang tersedia untuk membuat sebuah keputusan tentang yang diyakini serta mampu memahami tujuan dari soal yang diberikan. Hal ini terbukti dari peserta didik mampu membuat pemisalan secara tepat untuk membentuk sistem persamaan linear dua variabel. Langkah awal adalah membuat pemisalan menandakan peserta didik mampu memahami tujuan dari soal. Hal ini juga dibuktikan dari hasil wawancara peserta didik yang mampu menjawab dengan benar maksud atau tujuan dari masing-masing soal.

D. Perbedaan Profil Berpikir Kritis Peserta Didik Reflektif dan Impulsif

Perbedaan profil berpikir kritis secara jelas dari peserta didik reflektif dan impulsif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Profil Berpikir Kritis Peserta Didik Reflektif dan Impulsif

Kriteria	Reflektif	Impulsif
<i>Reason</i>	Kemampuan dalam mengemukakan alasan sesuai dengan fakta pada setiap langkah dalam membuat keputusan maupun kesimpulan.	Memberikan alasan cenderung cepat dan singkat dalam setiap langkah membuat keputusan, serta ada beberapa alasan yang kurang relevan.
<i>Inference</i>	Kemampuan dalam menyimpulkan sesuatu dan kesimpulan yang tepat.	Belum mampu membuat kesimpulan yang tepat.

Kriteria	Reflektif	Impulsif
	memilih alasan yang tepat untuk mendukung kesimpulan yang dibuat.	
<i>Situation</i>	Mengetahui situasi dengan baik, peserta didik mampu menggunakan semua informasi yang penting dengan baik dan mengesampingkan informasi yang tidak penting.	Belum mampu menggunakan berbagai informasi yang penting dengan baik disamping juga kurang mengesampingkan informasi yang tidak penting.
<i>Clarity</i>	Mampu memberikan penjelasan yang lebih lanjut tentang apa yang dimaksudkan dalam kesimpulan yang dibuat.	Tidak mampu memberikan penjelasan lebih lanjut tentang apa yang dimaksudkan dalam kesimpulan yang dibuat.
<i>Overview</i>	Tidak teliti sehingga tidak mengecek kembali terhadap jawaban yang telah diperoleh	Hanya memeriksa kembali jawabannya pada soal yang dirasa mudah.

SIMPULAN

Profil berpikir kritis peserta didik reflektif antara lain (1) pada kriteria *focus* dapat memahami permasalahan dan pertanyaan terkait sistem persamaan linear dua variabel, (2) mampu dalam memberikan alasan yang tepat, (3) membuat kesimpulan sesuai dengan maksud soal, (4) mampu memahami situasi dengan baik di sekitarnya, (5) mampu menjelaskan kembali dengan baik mengenai kesimpulan yang sudah dibuat, (6) sedangkan untuk *overview* peserta didik tidak melakukan pengecekan kembali. Profil berpikir kritis peserta didik impulsif antara lain (1) pada kriteria *focus* peserta didik dapat memahami masalah yang berkaitan dengan materi sistem persamaan linear dua variabel, (2) memberikan alasan (*reason*) singkat dan ada beberapa alasan yang tidak sesuai dengan pertanyaan, (3) kesimpulan yang dibuat (*inference*) masih terdapat ketidaksesuaian dengan tujuan soal, (4) kurang baik dalam mengetahui situasi, (5) tidak mampu mengemukakan alasan dari kesimpulan yang dibuatnya, dan (6) untuk kriteria *overview* peserta

didik mengecek kembali hanya pada soal yang dirasa mudah. Persamaan antara profil berpikir kritis peserta didik reflektif dan impulsif terlihat dari kriteria *focus*. Perbedaan profil berpikir kritis terlihat pada kriteria *reason, inference, situation, clarity*, dan *overview*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada kepala sekolah dan guru MTs Muhammadiyah 1 Malang yang telah bersedia bekerjasama dalam penelitian ini dari awal hingga akhir. Terima kasih juga kepada jajaran pimpinan dan kolega peneliti di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi yang telah mendukung hingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, B. (2016). Korelasi pemecahan masalah dan indikator berfikir kritis. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 5(1), 15-24. <https://doi.org/10.21580/phen.2015.5.1.87>
- Cahyono, B. (2017). Analisis ketrampilan berfikir kritis dalam memecahkan masalah ditinjau perbedaan gender. *Aksioma: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 8(1), 50-64. <https://doi.org/10.26877/aks.v8i1.1510>
- Firestone, P., & Douglas, V. I. (1977). The effects of verbal and material rewards and punishers on the performance of impulsive and reflective children. *Child study journal*, 7(2), 71-78.
- Fajari, A. F. N., Kusmayadi, T. A., & Iswahyudi, G. (2013). Profil poses berpikir kritis siswa dalam pemecahan masalah matematika kontekstual ditinjau dari gaya kognitif field dependent-independent dan gender Setiap individu adalah seorang pemikir kritis. *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 1(6), 639-648.
- Hadi, S., & Novaliyosi. (2019). TIMSS Indonesia (trends in international mathematics and science study). In *Prosiding Seminar Nasional & Call For Papers Program Studi Magister Pendidikan Matematika Universitas Siliwangi* (pp. 562-569).
- Haryani, D. (2011). Pembelajaran matematika dengan pemecahan masalah untuk menumbuhkembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta* (Vol. 14, No. 1, pp. 20-29).
- Herianto. (2020). Matching familiar figures tes (MFFT): intrumen tes untuk mengukur gaya kognitif siswa reflektif dan impulsif. *Turkish Journal of Chemistry*, 53(2), 391-401. <https://doi.org/10.31219/osf.io/34ut8>
- Hewi, L., & Shaleh, M. (2020). Refleksi hasil PISA (the programme for international student assesment): upaya perbaikan bertumpu pada pendidikan anak usia dini. *Jurnal Golden Age*, 4(1), 30-41.

- <https://doi.org/10.29408/jga.v4i01.2018>
- Irianti, N. P. (2020). Analisis kemampuan penalaran siswa dalam memecahkan masalah matematika berdasarkan langkah-langkah polya. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 5(1), 80-94. <https://doi.org/10.30651/must.v5i1.3622>
- Irianti, N. P., Subanji, S., & Chandra, T. D. (2016). Proses berpikir siswa quitter dalam menyelesaikan masalah SPLDV berdasarkan langkah-langkah polya. *JMPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 1(2), 133-142. <https://doi.org/10.26594/jmpm.v1i2.582>
- Iryanti, P. (2015). *Fakta-fakta menarik dari hasil international mathematical olympiad (IMO)*. Retrieved from PPPPTK Matematika: <http://p4tkmatematika.kemdikbud.go.id/artikel/2015/01/15/imo/>
- Kagan, J. (1966). Reflection-impulsivity: the generality and dynamics of conceptual tempo. *Journal of Abnormal Psychology*, 71(1), 17-24. <https://doi.org/10.1037/h0022886>
- Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2013). The effect of instructional techniques on critical thinking and critical thinking dispositions in online discussion. *Educational Technology and Society*, 17(1), 248-258.
- Lusiana, R. (2017). Analisis kesalahan mahasiswa dalam memecahkan masalah pada materi himpunan ditinjau dari gaya kognitif. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika*, 10(1), 24-29. <https://doi.org/10.30870/jppm.v10i1.1290>
- Mubarik. (2013). Profil pemecahan masalah siswa auditorial kelas X SLTA pada materi sistem persamaan linear dua variabel. *Jurnal Elektronik Pendidikan Matematika Tadulako*, 1(1), 9-17.
- Murtafiah, M., & Amin, N. (2018). Pengaruh gaya kognitif dan gender terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika. *JPPM (Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika)*, 11(1), 75-82. <https://doi.org/10.30870/jppm.v11i1.2986>
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Retrieved from National Council of Teachers of Mathematics: https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf
- Prastyo, H. (2020). Kemampuan matematika siswa indonesia berdasarkan TIMSS. *Jurnal Padeagogik*, 3(2), 111-117. <https://doi.org/10.35974/jpd.v3i2.2367>
- Reno, P., Geni, L., & Hidayah, I. (2017). Kemampuan pemecahan masalah siswa pada pembelajaran problem based learning bernuansa etnomatematika ditinjau dari gaya kognitif. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 6(1), 11-17.
- Rosyana, A., & Rosyidi, A. H. (2018). Profil pemecahan masalah matematika kontekstual terbuka siswa ditinjau dari gaya kognitif reflektif dan impulsif. *MATHEdunesa*, 7(2), 299-307.
- Santrock, J. W. (2009). *Psikologi Pendidikan (edisi tiga, jilid 2)*. Jakarta: Salemba Humanika.
- Sulianto, J., Cintang, N., & Azizah, M. (2018). Analisis korelasi dan regresi berpikir kritis terhadap siswa SD kota Semarang. In *Seminar Nasional Pendidikan 2018* (pp. 237-246).
- Thomson, S., Wernert, N., O'grady, E., & Rodrigues, S. (2017). *PISA 2015:*

- reporting Australia's results*. In ACER: <https://www.acer.edu.au>
- Wijaya, E. M. S., & Irianti, N. P. (2021). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui realistic mathematic education (RME). *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 648-658. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3103>
- Wulan, E. R. (2019). Gaya kognitif field-dependent dan field-independent sebagai jendela profil pemecahan masalah polya dari siswa SMP. *Journal Focus Action of Research Mathematic (Factor M)*, 1(2), 123-142. https://doi.org/10.30762/f_m.v1i2.1503

INDEKS SUBJEK

asesmen kompetensi minimum 55

berita hoaks 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95

berpikir kritis 34, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

boundary layer theory 98

bulan 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132

diameter 117, 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132

ekspor 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29

gaya kognitif 133, 135, 136, 137, 140, 144, 145, 146

goal programming 43, 44, 46, 48, 49, 52, 53, 54

guru 2, 3, 4, 6, 7, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 55, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 79, 133, 135, 136, 144

hanger play 65, 66, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79

hasil belajar 13, 41, 64, 65, 67, 68, 69, 71, 77, 78, 79, 80

impor 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29

kawah 121, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132,

keaktifan 31, 39, 40, 65, 67, 68, 69, 71, 73, 74, 79

kedalaman 121, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132

kurs 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

matematika 1, 11, 12, 13, 29, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 54, 55, 64, 65, 67, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 120, 133, 134, 135, 136, 144, 145, 146

media massa 81, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95

media social 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96

metode permainan kreatif 65, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79

mixed convection flow 97, 98, 99, 100, 116, 120

Navier-Stokes 97, 98, 116

numerasi 55

operasi penjumlahan 31, 33, 37, 38, 39

pembelajaran matematika 11, 13, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 65, 67, 69, 73,
74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 134, 135, 144, 145

pembelajaran *online* 1, 13

pemecahan masalah 33, 40, 133, 134, 135, 136, 137, 144, 145, 146

pengaruh 13, 17, 29, 41, 65, 68, 76, 78, 79, 80, 84, 96, 97, 145

rute 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

SDGs 81, 82

SEM-PLS 81, 82, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 96

suku bunga 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28

teori Piaget 31, 34, 36, 40

Tournament Teams Strategy 1, 2, 3

VECM 15, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 28

vehicle routing problem 43, 44, 45, 46, 54

viscoelastic fluid 98, 99, 100, 103, 113, 115, 116, 120

whatsApp 1, 2, 3, 4, 6, 7, 83, 84, 86, 89, 94

INDEKS PENULIS

Antonio Nikolas Manuel Bonar Simamora 81

Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar 121

Christopher Andreas 81

Elita Mega Selvia Wijaya 133

Elly Ana 55

Fatra Kuka 43

Hariyadi Putraga 121

Himmatul Mursyidah 65

Iis Holisin 65

Irfani Azis 15

Jayanti Putri Purwaningrum 31

Khoirun Niswatin 55

Leo Hermawan 121

M. Fariz Fadillah Mardianto 81

Marizka Aulia Fahma 31

Mohammad Ghani 97

Muhamad Syazali 15

Muhammad Hidayat 121

Muhammad Rezky Friesta Payu 43

Muhammad Rifai Katili 43

Muhammad Taufiq Syarifudin 1

Nathasa Pramudita Irianti 133

Nina Valentika 15

Noor Riyadi Hidayat 65

Noviatus Sholihah 55

Puji Lestari 1

Rio Febrianto Arifendi 133

Riskiyan Hadi 121

Sakinah Priandi 81

Sediono 55

Shoffan Shoffa 65

Siti Maghfirotul Ulyah 55

Syarif Abdullah 15

Vivi Iswanti Nursyirwan 15

Wayan Rumite 97

UCAPAN TERIMA KASIH KEPADA MITRA BESTARI

Redaksi MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology menyampaikan penghargaan yang setinggi-tinggi dan terima kasih kepada Mitra Bestari berikut yang telah membantu menelaah naskah yang dikirimkan kepada MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology.

Agus Prasetyo Kurniawan
(Universitas Islam Negeri Sunan Ampel)

Alfian Mucti
(Universitas Borneo Tarakan)

Erlin Ladyawati
(Universitas PGRI Adi Buana Surabaya)

Irma Fitria
(Institut Teknologi Kalimantan)

M. Fariz Fadillah Mardianto
(Universitas Airlangga)

Nailul Izzati
(Universitas Hasyim Asy'ari)

Nasruddin
(Universitas Sembilanbelas November Kolaka)

Syarif Abdullah
(Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Syarifuddin N. Kapita
(Universitas Khairun Ternate)

Wawan Hafid Syaifudin
(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Yusvardi Yusuf
(Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

PETUNJUK PENULISAN NASKAH

1. Artikel Jurnal MUST diketik dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris menggunakan huruf Times New Roman di kertas A4 dengan margin kiri-atas-kanan-bawah adalah 4-3-3-3 cm.
2. Judul diketik menggunakan huruf kapital Times New Roman 12pt spasi 1,5.
3. Identitas penulis meliputi nama, afiliasi, dan email diketik menggunakan huruf Times New Roman 12pt spasi 1,5. Ketentuan penulisan nama adalah tanpa gelar, afiliasi cukup ditulis satu untuk beberapa penulis dengan afiliasi yang sama, dan email ditulis untuk semua penulis.
4. Abstrak diketik dalam dua bahasa, yaitu Bahasa Indonesia dan Inggris secara terpisah dengan ketentuan yang sama, yaitu menggunakan huruf Times New Roman 10 pt spasi 1,5. Abstrak Bahasa Indonesia dan Inggris masing-masing terdiri dari 150-250 kata dan ditulis dalam 1 paragraf saja.
5. Kata kunci abstrak terdiri dari 3-5 kata/frase pendek dengan penulisan urutan abjad untuk Bahasa Indonesia (menyesuaikan urutan abjad Indonesia untuk Bahasa Inggris), huruf kecil, dan dipisahkan tanda koma.
6. Isi artikel meliputi pendahuluan, metode penelitian, hasil dan pembahasan, dan simpulan.
 - Pendahuluan memuat latar belakang permasalahan, hipotesis (jika ada), kajian pustaka singkat, solusi yang pernah ada, solusi yang diberikan dalam penelitian penulis disertai perbedaan dengan solusi yang pernah ada, dan tujuan penelitian. Komposisi pendahuluan adalah 15%-20% dari total halaman.
 - Metode penelitian memuat subjek penelitian, lokasi penelitian, variabel penelitian, instrumen penelitian, langkah-langkah penelitian, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data. Hal-hal lain dapat ditambahkan sesuai dengan kebutuhan jenis penelitian. Metode penelitian ditulis dengan komposisi 8%-10% dari total halaman artikel.
 - Hasil dan pembahasan ditulis satu kesatuan (tidak dipisah) yang memuat data hasil olah bukan data mentah. Pada bagian ini penulis tidak hanya memaparkan hasil, namun juga memberikan keterkaitan hasil dengan

referensi yang telah dirujuk. Komposisi hasil dan pembahasan adalah 50%-60% dari total halaman artikel.

- Simpulan memuat solusi atas permasalahan dan tujuan penelitian pada bagian pendahuluan, dapat berupa ringkasan hasil namun bukan pengulangan dari bagian hasil dan pembahasan. Simpulan cukup ditulis dalam satu paragraf dengan komposisi 5% dari total halaman artikel.
7. Tabel dapat disematkan pada bagian pendahuluan, metode, atau hasil dan pembahasan. Ketentuan tabel adalah diketik menggunakan huruf Times New Roman 12pt, spasi 1, garis tabel hanya untuk bagian garis horizontal pada *header row* dan akhir tabel (tanpa garis vertikal). Penamaan tabel dimulai dari nomor 1, dengan judul ditulis di bagian atas tabel menggunakan huruf kapital untuk setiap kata (kecuali kata depan, hubung, dll).
 8. Gambar dapat disematkan pada bagian pendahuluan, metode, atau hasil dan pembahasan. Ketentuan gambar adalah rata tengah dengan penamaan terpisah dari penamaan tabel, yaitu dimulai dengan nomor 1, dengan judul ditulis di bagian bawah gambar menggunakan huruf Times New Roman kapital untuk setiap kata (kecuali kata depan, hubung, dll), spasi 1.
 9. Sitasi 80% berupa pustaka jurnal penelitian, prosiding, buku, dan laporan penelitian lain seperti skripsi, tesis, maupun disertasi menggunakan *APA style*, ditulis nama belakang dan tahun dalam tanda kurung, tanpa mencantumkan nomor halaman contoh: (Fulan, 2016). Sitasi berupa berita dan dokumen dari *web* diperbolehkan namun tidak lebih dari 20%. Setiap referensi yang disitasi harus dicantumkan di daftar pustaka. Penulisan sitasi dan daftar pustaka lebih disarankan menggunakan Mendeley atau menu *Citation & Bibliography* dalam Ms. Word.
 10. Daftar Pustaka memuat semua referensi yang disitasi dengan format APA diketik menggunakan huruf Times New Roman dengan spasi 1. Judul referensi ditulis menggunakan huruf kapital hanya untuk kata pertama dan/atau singkatan, nama kota, dll.

UMSurabaya Publishing
Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Sutorejo 59 Surabaya, Tlp. 031 381 1966
<http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/pematematika>
email: mustpendmat@kip.um-surabaya.ac.id

ISSN 2541-4674 (online)



9 772541 467116

ISSN 2541-6057 (cetak)



9 772541 605112