

MUST

Journal of Mathematics Education, Science & Technology

Efektifitas *Math Thinkers* pada Materi Geometri Bangun Datar Segiempat dan Segitiga
Zharotul Azizah

Hubungan antara Daerah Ideal Utama, Daerah Faktorisasi Tunggal dan Gelanggang Noetherian
Eka Susilowati

Pemahaman Mahasiswa tentang Konsep Grup pada Mata Kuliah Struktur Aljabar
Hanim Faizah

Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Melalui Soal *Open Ended* pada Materi Bangun Tabung
Rosita Dwi Ferdiani, Nur Farida, Tatik Retno Murniasih

Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Wonosobo
Ghufron Zaida Muflih, Sunardi, Anton Yudhana

Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Jigsaw* dengan Menggunakan Pendekatan *Active Learning* pada Materi Bangun Datar
Sukiyanto

Strategi Literasi dalam Pembelajaran Matematika pada Era Industri 4.0
Baiduri

Efektifitas *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V dalam Pembelajaran Matematika
Elva Pristy Afifah, Wahyudi, Yohana Setiawan

Dimensi Metrik Penghapusan Satu Simpul Graf Dual Prisma
Fenny Fitriani

Penggunaan Metode *Stepwise* pada Pemodelan Perencanaan *Track Quality Index* (TQI) untuk Kereta Api Semcepat Indonesia
Alfisyahrina Hapsery, Reysha Rizki Amanda Lubis

ISSN (online): 2541-4674

ISSN (cetak): 2541-6057

MUST

Journal of Mathematics, Education, Science and Technology

Efektifitas *Math Thinkers* pada Materi Geometri Bangun Datar Segiempat dan Segitiga

Zharotul Azizah

Hubungan Antara Daerah Ideal Utama, Daerah Faktorisasi Tunggal dan Gelanggang Noetherian

Eka Susilowati

Pemahaman Mahasiswa tentang Konsep Grup pada Mata Kuliah Struktur Aljabar

Hanim Faizah

Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Melalui Soal *Open Ended* pada Materi Bangun Tabung

Rosita Dwi Ferdiani, Nur Farida, Tatik Retno Murniasih

Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Wonosobo

Ghufron Zaida Muflih, Sunardi, Anton Yudhana

Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Jigsaw* dengan Menggunakan Pendekatan *Active Learning* pada Materi Bangun Datar

Sukiyanto

Strategi Literasi dalam Pembelajaran Matematika pada Era Industri 4.0

Baiduri

Efektivitas *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V dalam Pembelajaran Matematika

Elva Pristy Afifah, Wahyudi, Yohana Setiawan

Dimensi Metrik Penghapusan Satu Simpul Graf Dual Prisma

Fenny Fitriani

Penggunaan Metode *Stepwise* pada Pemodelan Perencanaan *Track Quality Index (TQI)* Untuk Kereta Api Semcepat Indonesia

Alfisyahrina Hapsery, Reysha Rizki Amanda Lubis

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)
Wahyuni Ningsih	(Politeknik Negeri Malang)
Wayan Rumite	(Universitas Lampung)

Mitra Bestari

Yus Mochamad Cholily	(Universitas Muhammadiyah Malang)
Agus Prasetyo Kurniawan	(Universitas Negeri Sunan Ampel)
Ariesta Kartika Sari	(Universitas Trunojoyo)
Erlin Ladyawati	(Universitas PGRI Adi Buana)
Irma Fitria	(Institut Teknologi Kalimantan)
M. Fariz Fadillah Mardianto	(Universitas Airlangga)
Nurcholif Diah Sri Lestari	(Universitas Jember)

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

Efektifitas <i>Math Thinkers</i> pada Materi Geometri Bangun Datar Segiempat dan Segitiga Zharotul Azizah	1
Hubungan Antara Daerah Ideal Utama, Daerah Faktorisasi Tunggal dan Gelanggang Noetherian Eka Susilowati	13
Pemahaman Mahasiswa tentang Konsep Grup pada Mata Kuliah Struktur Aljabar Hanim Faizah	23
Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Melalui Soal <i>Open Ended</i> pada Materi Bangun Tabung Rosita Dwi Ferdiani, Nur Farida, Tatik Retno Murniasih	35
Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i> untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Wonosobo Ghufron Zaida Muflih, Sunardi, Anton Yudhana	45
Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Jigsaw</i> dengan Menggunakan Pendekatan <i>Active Learning</i> pada Materi Bangun Datar Sukiyanto	57
Strategi Literasi dalam Pembelajaran Matematika pada Era Industri 4.0 Baiduri	77
Efektivitas <i>Problem Based Learning</i> dan <i>Problem Solving</i> Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V dalam Pembelajaran Matematika Elva Pristy Afifah, Wahyudi, Yohana Setiawan	95
Dimensi Metrik Penghapusan Satu Simpul Graf Dual Prisma Fenny Fitriani	108
Penggunaan Metode <i>Stepwise</i> pada Pemodelan Perencanaan <i>Track Quality Index</i> (TQI) Untuk Kereta Api Semicepat Indonesia Alfisyahrina Hapsery, Reysha Rizki Amanda Lubis	114

EFEKTIFITAS *MATH THINKERS* PADA MATERI GEOMETRI BANGUN DATAR SEGIEMPAT DAN SEGITIGA

Zharotul Azizah

Universitas Muhammadiyah Surabaya
zharotula@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran matematika melalui Media *Math Thinkers* pada siswa kelas VII-B di SMP Muhammadiyah 13 Surabaya. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 13 Surabaya yang berjumlah 21 siswa. Jenis penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif kuantitatif. Instrumen dalam penelitian ini adalah tes tulis, lembar observasi aktivitas siswa, lembar observasi kemampuan guru dalam mengelola proses pembelajaran, dan angket respon siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Efektivitas kegiatan siswa dicapai karena tujuh dari delapan kegiatan siswa dalam rentang waktu yang ideal; (2) Efektivitas kemampuan guru dalam mengelola proses pembelajaran tercapai dengan baik; (3) Kelengkapan hasil belajar siswa menunjukkan bahwa 70% dari semua siswa telah mencapai KKM atau kelengkapan secara individu; dan (4) Respon siswa terhadap pembelajaran menunjukkan respon positif. Dengan demikian, pendekatan Media *Math Thinkers* efektif digunakan dalam proses pembelajaran matematika di kelas VII-B di SMP Muhammadiyah 13 Surabaya.

Kata kunci: efektivitas, *media math thinkers*.

ABSTRACT

This research aims to determine the effectiveness of learning mathematics through Math Thinkers media on students of class VII-B in SMP Muhammadiyah 13 Surabaya. The subjects of this research are students of class VII-B SMP Muhammadiyah 13 Surabaya, amounting to 21 students. The type of this research used descriptive quantitative research. The instruments in this research are writing test, students' activity observation sheet, teacher ability observation sheet in managing learning process, and students' response questionnaire. The results showed that: (1) The effectiveness of students' activity was achieved because seven of the eight activities of students in the ideal time range; (2) The effectiveness of teacher ability in managing learning process is well achieved; (3) Completeness of students' learning result showed 70% of all students have reached KKM or completeness individually; and (4) Students' response to learning showed a positive response. Thus, the approach of Math Thinkers Media was effectively used in mathematics learning process in grade VII-B at SMP Muhammadiyah 13 Surabaya.

Keywords: effectiveness, *math thinkers* media.

PENDAHULUAN

Alasan geometri penting untuk dipelajari diantaranya adalah: (a) Geometri mampu memberikan pengetahuan yang lebih lengkap mengenai dunia; (b) Eksplorasi geometri dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah; (c)

Geometri memainkan peranan penting dalam mempelajari konsep lain dalam pembelajaran matematika; (d) Geometri digunakan setiap hari oleh banyak orang; (e) Geometri adalah pelajaran yang menyenangkan (Van de Walle, 2001).

Namun, prestasi belajar geometri siswa SD dan SMP di Indonesia masih tergolong rendah. Dalam TIMSS (2011) ditemukan bahwa prestasi belajar geometri siswa kelas VIII di Indonesia memperoleh urutan ke-37 dari 40 negara partisipan lainnya (Nopriana, 2017). Selain itu, prestasi belajar geometri siswa kelas VIII mengalami penurunan dari tahun 2007. Dibandingkan Negara berkembang lainnya, Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki perkembangan prestasi belajar matematika khususnya geometri tergolong rendah.

Penggunaan media merupakan salah satu cara yang efektif dalam menambah kebermanaknaan proses pembelajaran. Tujuan utama penggunaan media ialah agar pesan atau informasi yang dikomunikasikan tersebut dapat diserap semaksimal mungkin oleh para siswa sebagai penerima informasi (Soeparno, 1988). Selain itu, media juga dapat menjadikan proses belajar di kelas menjadi menyenangkan dan tidak membosankan.

Math Thinkers merupakan media yang modelnya terinspirasi dari mainan edukasi untuk anak bernama *Fun Thinkers*. Tidak banyak orang tua yang mengetahui mainan edukasi ini, dikarenakan harganya yang cukup mahal. Namun peneliti akan membuat media *Math Thinkers* dengan harga yang terjangkau dan bahan-bahan yang mudah didapat. *Math Thinkers* bukanlah peraga yang diperagakan didepan kelas, *Math Thinkers* adalah media yang bersifat *gaming* atau permainan. Tujuan dari *Math Thinkers* sendiri adalah agar siswa tidak merasa bosan dengan belajar yang monoton dan hanya mendengarkan.

Dari penjelasan diatas, maka peneliti ingin menggunakan *Math Thinkers* sebagai media pada pembelajaran geometri. Karena selama ini pembelajaran geometri menggunakan media-media tradisional yang tidak menarik. Peneliti ingin melakukan penelitian mengenai “Efektifitas *Math Thinkers* pada Materi Geometri Bangun Datar”.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Karena penelitian ini menganalisa keefektifan pembelajaran matematika dengan media Math Thinkers pada siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 13 Surabaya. Kemudian mendeskripsikan hasil data dari tes hasil belajar siswa, aktifitas siswa, kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran, dan respon siswa. instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran, lembar observasi aktifitas siswa, soal tes hasil belajar, dan angket respon siswa. dalam penelitian ini teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif. Tujuan dari analisis deskriptif adalah menganalisis data hasil pengamatan dengan cara mendeskripsikan dan menjawab pertanyaan penelitian. Pada penelitian deskriptif statistika yang digunakan adalah statistika deskriptif seperti teknik presentase, perhitungan rata-rata, dan lain-lain.

Data yang dianalisis secara deskriptif dalam penelitian ini adalah ketuntasan hasil belajar siswa, aktifitas siswa, kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran, serta respon siswa terhadap media *Math Thinkers*.

1. Analisis data ketuntasan hasil belajar

Untuk memperoleh data tentang ketuntasan hasil belajar siswayaitu dengan melihat hasil (skor) pengetahuan tes mereka. Berdasarkan kurikulum K13 yang diberlakukan di SMP Muhammadiyah 13 Surabaya, siswa dikatakan tuntas secara individual bila nilai kompetensi pengetahuannya mendapatkan nilai $KKM \geq 75$ atau dengan predikat baik. Dan ketuntasan secara klasikal dicapai jika terdapat $\geq 70\%$ telah tuntas pada kelas tersebut.

Ketuntasan hasil belajar individual tercapai apabila:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{nilai yang diperoleh}}{\text{jumlah nilai maksimal}} \times 100 \quad (\text{Ariani, 2014})$$

Presentase ketercapaian hasil belajar klasikal tercapai apabila:

$$\text{Presentase ketercapaian} = \frac{\text{banyak siswa yang tuntas}}{\text{skor maksimum banyak siswa seluruhnya}} \times 100\% \quad (\text{Ariani, 2014})$$

2. Analisis data aktifitas siswa

Pembelajaran matematika dengan peraga *Math Thinkers* dikatakan efektif apabila enam dari tujuh indikator aktivitas siswa telah mencapai waktu ideal dari

kategori aktivitas siswa yang sudah ditetapkan dalam penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dengan toleransi 5 menit. Alokasi waktu untuk satu kali pertemuan 80 menit. Adapun criteria aktivitas siswa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Aktivitas Siswa yang Diamati

No.	Kategori Aktivitas Siswa yang Diamati	Waktu Ideal (menit)	Rentang Waktu dengan Toleransi 5 Menit (menit)
1	Mendengarkan dan mengamati	15	$10 \leq x \leq 20$
2	Melakukan tanya jawab dengan guru	10	$5 \leq x \leq 15$
3	Membaca dan memahami materi dengan mencari informasi dari buku atau sumber lain	10	$5 \leq x \leq 15$
4	Berdiskusi dengan kelompok serta berpartisipasi aktif dalam kegiatan	30	$25 \leq x \leq 35$
5	Mempresentasikan hasil kelompok	10	$5 \leq x \leq 15$
6	Menanggapi atau mengajukan pertanyaan saat presentasi kelompok	5	$0 \leq x \leq 10$
7	Perilaku yang tidak relevan dengan KBM	0	$0 \leq x \leq 5$
Total Waktu		80	Efektif

3. Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran

Data hasil pengamatan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dengan peraga *Math Thinkers* dicari rata-ratanya setiap aspek dari 2 pertemuan yaitu pertemuan 1 dan 2. Pembelajaran matematika dikatakan efektif jika mencapai kriteria baik. Adapun kriteria kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 2.

Skor dari tiap aspek yang diamati selama beberapa kali pertemuan dirata-rata dengan cara:

$$\text{Skor} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh guru}}{\text{banyaknya pertemuan}} \quad (\text{Amala, 2016})$$

Tabel 2. Interpretasi Kemampuan Guru dalam Mengelola Pembelajaran

Nilai	Kriteria
$0,0 \leq KG < 1,0$	Tidak baik
$1,0 \leq KG < 2,0$	Kurang baik
$2,0 \leq KG < 3,0$	Baik
$3,0 \leq KG < 4,0$	Sangat Baik

4. Respon siswa

Data respon siswa dianalisis dengan menggunakan persentase. Respon siswa dikatakan efektif jika persentase respon siswa yang menjawab “setuju/tidak setuju” untuk jawaban positif adalah sebesar 70% atau lebih. Persentase setiap respon siswa dianalisis dengan rumus:

$$P = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (\text{Trianto, 2009})$$

dengan:

P : Persentase respon siswa

A : Banyak siswa yang memilih

B : Jumlah siswa (responden)

Selanjutnya Persentase tersebut dikonversikan dengan kategori sebagai berikut:

Tabel 3. Interpretasi Respon siswa terhadap Pembelajaran

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

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, peneliti membagi analisis data menjadi dua sub kompetensi dasar yaitu: 1) menyebutkan sifat-sifat bangun datar segiempat dan segitiga, 2) menghitung luas dan keliling bangun datar segiempat dan segitiga.

1. Ketuntasan Hasil Belajar Siswa

Rekapitulasi ketuntasan hasil belajar siswa pada sub kompetensi dasar 1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Ketuntasan Hasil Belajar Siswa pada Sub Kompetensi Dasar 1

	Σ siswa	Persentase	Rata-rata
Tuntas (nilai ≥ 75)	15	71.43%	
Tidak tuntas (nilai < 75)	6	28.57%	76.67
Jumlah	21	100%	

Berdasarkan rekapitulasi ketuntasan belajar, diperoleh secara klasikal ada 71.43% $\approx$ 71% siswa yang tuntas. Dengan demikian ketuntasan hasil belajar tercapai karena siswa yang tuntas hasil belajarnya $\geq 70\%$.

Rekapitulasi ketuntasan hasil belajar siswa pada sub kompetensi dasar 2 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasai ketuntasan hasil belajar siswa pada sub kompetensi dasar 2

	Σ siswa	Presentase	Rata-rata
Tuntas (nilai ≥ 75)	15	71.43%	
Tidak tuntas (nilai < 75)	6	28.57%	75.09
Jumlah	21	100 %	

Berdasarkan rekapitulasi ketuntasan hasil belajar di atas, diperoleh secara klasikal ada 71.43% $\approx$ 71% siswa yang tuntas. Dengan demikian ketuntasan hasil belajar siswa secara klasikal tercapai karena jumlah siswa yang tuntas hasil belajarnya $\geq 70\%$ dari jumlah siswa.

2. Aktifitas Siswa

Menurut kriteria rentang waktu ideal aktifitas siswa selama pembelajaran sub kompetensi dasar 1 dengan media *Math Thinkers*, maka kesimpulan efektifitas tiap sub aktifitas siswa dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kesimpulan efektifitas waktu aktifitas siswa selama pembelajaran pada sub KD-1

No.	Kategori Aktivitas Siswa yang Diamati	Waktu (menit)	Keterangan
1	Mendengarkan dan mengamati guru saat menjelaskan	20	Efektif
2	Melakukan tanya jawab dengan guru	10	Efektif
3	Membaca dan memahami materi dengan mencari informasi dari buku atau sumber lain	12	Efektif
4	Berdiskusi dengan kelompok serta berpartisipasi aktif dalam kegiatan	31	Efektif
5	Mempresentasikan hasil kelompok	10	Efektif
6	Menanggapi atau mengajukan pertanyaan saat presentasi kelompok	9	Efektif
7	Perilaku yang tidak relevan dengan KBM	5	Efektif
Kesimpulan			Efektif

Efektifitas Math Thinkers pada Materi Geometri Bangun Datar Segiempat dan Segitiga

Berdasarkan hasil pengamatan yang terdapat dalam Tabel 6 data aktivitas siswa selama pembelajaran dengan menggunakan media *Math Thinkers* pada sub KD-1 dengan 8 indikator aktivitas siswa dalam kriteria efektif.

Selanjutnya hasil aktivitas siswa selama berlangsungnya pembelajaran dengan media *Math Thinkers* pada sub KD-2 diperoleh data seperti yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Waktu Ideal Aktifitas Siswa Selama Pembelajaran pada Sub KD-2

No.	Kategori Aktivitas Siswa yang Diamati	Waktu Ideal (menit)	Keterangan
1	Mendengarkan dan mengamati	20	Efektif
2	Melakukan tanya jawab dengan guru	8	Efektif
3	Membaca dan memahami materi dengan mencari informasi dari buku atau sumber lain	14	Efektif
4	Berdiskusi dengan kelompok serta berpartisipasi aktif dalam kegiatan	33	Efektif
5	Mempresentasikan hasil kelompok	10	Efektif
6	Menanggapi atau mengajukan pertanyaan saat presentasi kelompok	8	Efektif
7	Perilaku yang tidak relevan dengan KBM	6	Tidak Efektif
Kesimpulan			Efektif

Berdasarkan hasil pengamatan yang terdapat dalam Tabel 7 data aktivitas siswa selama pembelajaran dengan menggunakan media *Math Thinkers* pada sub KD-2 dengan 7 indikator aktivitas siswa dalam kriteria efektif.

3. Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran

Menurut kriteria kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran sub KD-1, diperoleh data seperti yang disajikan pada tabel 8 dibawah ini:

Tabel 8. Data Pengamatan Kemampuan Guru Dalam Mengelola Pembelajaran Dengan Media *Math Thikers* Pada Sub KD-1

Aspek yang diamati	Rata-Rata Nilai Pertemuan ke-1	Kriteria
Pendahuluan	3.4	Sangat Baik
Kegiatan Inti	3.4	Sangat Baik
Penutup	3	Sangat Baik
Pengelolaan waktu	3	Sangat Baik
Suasana Kelas	3	Sangat Baik
Rata-rata aspek yang diamati	3.16	Sangat Baik (Efektif)

Berdasarkan hasil pengamatan yang terdapat dalam tabel 8 data kemampuan guru selama pembelajaran dengan menggunakan media *Math Thinkers* pada sub KD-1 dalam kriteria efektif.

Selanjutnya hasil kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran selama berlangsungnya pembelajaran media *Math Thinkers* pada sub kompetensi dasar 2. Menurut kriteria kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran yang telah ditetapkan, diperoleh data seperti yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Pengamatan Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dengan media *Math Thinkers* pada sub KD-2

Aspek yang diamati	Rata-Rata Nilai Pertemuan ke-2	Kriteria
Pendahuluan	3.2	Sangat baik
Kegiatan Inti	3.3	Sangat baik
Penutup	3	Sangat baik
Pengelolaan waktu	3	Sangat baik
Suasana Kelas	3	Sangat baik
Rata-rata aspek yang diamati	3,1	Sangat baik (Efektif)

Berdasarkan hasil pengamatan yang terdapat dalam tabel 9 data kemampuan guru selama pembelajaran dengan menggunakan media *Math Thinkers* pada sub KD-2 dalam kriteria efektif.

4. Respon Siswa

Hasil data angket respon siswa dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini:

Tabel 10. Hasil Angket Respon Siswa

No.	Uraian	Jumlah dan presentase	
		Ya	Tidak
1.	Apakah media <i>Math Thinkers</i> menarik?	21 (100%)	0 (0%)
2.	Apakah kesanmu menyenangkan selama mengikuti pelajaran dengan media <i>Math Thinker</i> ?	21 (100%)	0 (0%)
3.	Apakah media <i>Math Thinkers</i> membantu anda lebih memahami materi yang disampaikan?	21 (100%)	0 (0%)
4.	Apakah media <i>Math Thinkers</i> membuat materi yang disampaikan lebih runtut?	18 (85,71%)	3 (14,29%)
5.	Apakah kamu berharap media <i>Math Thinkers</i> digunakan pada pokok bahasan lain?	17 (80,95%)	4 (19,05%)
6.	Apakah media <i>Math Thinkers</i> membuat pokok bahasan bangun datar terasa lebih nyata?	20 (95,24%)	1 (4,76%)
7.	Apakah media <i>Math Thinkers</i> dapat kamu gunakan dimana saja?	15 (71,43%)	6 (28,57%)
8.	Apakah media <i>Math Thinkers</i> membuat kamu lebih aktif belajar?	16 (76,19%)	5 (13,81%)
9.	Apakah kamu senang jika gurumu mengajar	20	1

No.	Uraian	Jumlah dan presentase	
		Ya	Tidak
10.	dengan menggunakan media <i>Math Thinkers</i> ?	(95,24%)	(4,76%)
	Apakah dengan menggunakan media <i>Math thinkers</i> kamu lebih banyak merespon guru saat memberi pertanyaan?	15 (71,43%)	6 (28,57%)

Berdasarkan hasil angket yang terdapat dalam Tabel 10 data respon siswa setelah pembelajaran dengan menggunakan media *Math Thinkers* adalah positif.

Untuk mengetahui efektivitas pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* pada siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 13 Surabaya ada empat aspek yang diteliti, antara lain ketuntasan hasil belajar siswa, aktivitas siswa, kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dan respon siswa.

1. Ketuntasan hasil belajar siswa

Dalam penelitian ini, diberikan tes kepada 21 siswa. Tes dilaksanakan setelah siswa memperoleh pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers*. Tes ini diawasi oleh guru mata pelajaran dan peneliti untuk mencegah terjadinya kecurangan. Tes dilaksanakan pada tanggal 4 April 2017 pada pukul 13.00-14.30. Tes berlangsung dengan tertib dan tidak ditemukan kecurangan.

Pada Tabel 4 data tes hasil belajar setelah mengikuti pembelajaran dengan media *Math Thinkers* pada sub kompetensi dasar 1 menunjukkan bahwa 15 siswa atau 71.43% dari seluruh siswa telah mencapai KKM atau ketuntasan secara individu ($KKM \geq 75$), sedangkan siswa yang tidak mencapai KKM atau ketuntasan secara individu sebanyak 6 siswa atau 28.57% . Pada tabel 5 data tes hasil belajar setelah mengikuti pembelajaran dengan media *Math Thinkers* pada sub kompetensi dasar 2 menunjukkan bahwa 15 siswa atau 71.43% dari seluruh siswa telah mencapai KKM atau ketuntasan secara individu ($KKM \geq 75$), sedangkan siswa yang tidak mencapai KKM atau ketuntasan secara individu sebanyak 6 siswa atau 28.57%.

Dengan demikian ketuntasan hasil belajar siswa selama pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* secara klasikal tercapai karena jumlah yang tuntas hasil belajarnya $\geq 70\%$ dari jumlah siswa. Hal ini menunjukkan media *Math Thinkers* dapat membantu siswa dalam mencapai nilai yang memuaskan.

2. Aktivitas siswa selama mengikuti pembelajaran

Aktivitas siswa diperoleh berdasarkan hasil pengamatan yang dicatat selama 5 menit sekali dalam tiap pertemuan pada pembelajaran dengan menggunakan media *Math thinkers*. Hasil pengamatan aktivitas siswa diperoleh dari lembar observasi aktivitas siswa yang diisi oleh 4 pengamat. Setiap pengamat mengamati setiap 1 kelompok.

Adapun hasil aktivitas siswa pada sub kompetensi dasar 1 ditunjukkan pada Tabel 6, yang menunjukkan setiap aktivitas siswa berada dalam rentang waktu ideal yang telah ditentukan. Hasil aktivitas siswa pada sub kompetensi dasar 2 ditunjukkan pada Tabel 7, menunjukkan bahwa aktivitas siswa nomor 1,2,3,4,5, dan 6 berada dalam rentang waktu ideal yang telah ditentukan.

Jadi aktivitas siswa selama pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* adalah efektif. Meskipun masih ada kegiatan yang belum mencapai waktu ideal, namun *Math Thinkers* dapat membantu siswa agar tertarik selama proses pembelajaran. Banyak siswa yang fokus mencoba menggunakan *Math Thinkers* selama proses belajar dan siswa menjadi aktif selama proses belajar.

3. Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran

Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran diperoleh dari lembar observasi kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran selama pembelajaran matematika dengan menggunakan media *Math Thinkers*. Lembar observasi kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran diisi oleh 1 pengamat tiap pertemuan.

Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran pada sub kompetensi dasar 1 ditunjukkan pada Tabel 8, yang dihitung dengan tiap rata-rata dari semua pertemuan. Dari seluruh kegiatan untuk tiap tahap pembelajaran dari pertemuan pertama didapatkan rata-rata keseluruhan 3,16. Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran pada sub kompetensi dasar 2 ditunjukkan pada Tabel 9 yang dihitung dengan tiap rata-rata dari semua pertemuan. Dari seluruh kegiatan untuk tiap tahap pertemuan dari pertemuan kedua didapatkan rata-rata keseluruhan 3,1.

Jadi dapat disimpulkan bahwa kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dengan media *Math Thinkers* dengan langkah-langkah pembelajaran

yang ada pada RPP selama dua kali pertemuan dilaksanakan dengan baik dan dikatakan efektif. Hal ini menunjukkan bahwa media *Math Thinkers* membantu guru selama proses pembelajaran, guru menjadi lebih mudah mengajarkan materi sambil melihat gambar, guru juga tidak banyak menjelaskan karena siswa berdiskusi dengan teman sekelompok mereka.

4. Respon siswa terhadap pembelajaran

Hasil respon siswa diperoleh dari angket respon yang diberikan kepada 21 siswa. Angket diberikan setelah siswa mengikuti pembelajaran dengan menggunakan *Math Thinkers* dan sebelum siswa melakukan tes hasil belajar. Angket respon siswa terdiri dari 10 pertanyaan dengan 2 opsi, yakni “ya” dan “tidak”.

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa pada perolehan skor angket yang diberikan kepada masing-masing siswa paling besar adalah 100% siswa beranggapan positif terhadap media *Math Thinkers* untuk pertanyaan 1,2 dan 3. Dan presentase terendah adalah 71,43% beranggapan positif terhadap media *Math Thinkers* untuk pertanyaan 7 dan 10. Sehingga respon siswa terhadap pembelajaran dengan media *Math Thinkers* untuk seluruh pertanyaan $\geq 70\%$ atau dalam kategori positif dan dapat dikatakan efektif.

Hal ini menunjukkan siswa senang selama pembelajaran dengan menggunakan media *Math Thinkers*, terbukti dengan banyaknya respon positif yang diberikan oleh siswa terhadap media *Math Thinkers*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* pada siswa kelas VII-B SMP Muhammadiyah 13 adalah efektif, yaitu:

1. Hasil tes belajar setelah mengikuti pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* menunjukkan bahwa $\geq 70\%$ dari seluruh siswa telah mencapai KKM atau ketuntasan secara individu, dengan demikian ketuntasan hasil belajar siswa secara klasikal tercapai. Sehingga dapat disimpulkan ketuntasan hasil belajar siswa setelah mengikuti pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* dikatakan efektif.

2. Aktivitas siswa selama proses pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* menunjukkan bahwa hampir semua indikator aktivitas siswa dalam rentang waktu ideal. Dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* dikatakan efektif.
3. Seluruh aktifitas guru yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dari pertemuan pertama hingga ke dua didapatkan rata-rata keseluruhan 3,17 dengan kategori baik dan disimpulkan bahwa kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran yang ada pada RPP selama 2 kali pertemuan. Jadi dapat dikatakan efektif.
4. Hasil analisis respon siswa dapat diperoleh untuk seluruh pertanyaan $\geq 70\%$ siswa memberikan respon positif terhadap pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* dan dapat dikatakan respon siswa pembelajaran matematika dengan media *Math Thinkers* efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Amala, D. N. (2016). *Efektifitas Pembelajaran Matematika Melalui Pendekatan Generative Learning dengan Metode The Study Group pada Siswa Kelas VIII-A di SMP Muhammadiyah 10 Surabaya*. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Ariani, W. (2014). *Efektifitas Pembelajaran Matematika dengan Model Pembelajaran Reciprocal Teaching pada Siswa Kelas VII di SMP Muhammadiyah 10 Surabaya*. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Nopriana, T. (2017). Berpikir Geometri Melalui Model Pembelajaran Geometri Van Hiele. *Delta: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1), 41–50.
- Soeparno. (1988). *Media Pengajaran Bahasa*. Yogyakarta: PT Intan Pariwara.
- Trianto. (2009). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Van de Walle, J. A. (2001). *Geometric Thinking and Geometric Concepts. In Elementary and Middle School. Mathematics: Teaching Developmentally, 4th Edition*. Boston: Allyn and Bacon.

HUBUNGAN ANTARA DAERAH IDEAL UTAMA, DAERAH FAKTORISASI TUNGGAL DAN GELANGGANG NOETHERIAN

Eka Susilowati

Universitas PGRI Adibuana Surabaya
eka_s@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Setiap daerah ideal utama merupakan daerah faktorisasi tunggal, namun tidak berlaku sebaliknya. Ketidakberlakuan hubungan sebaliknya dari daerah faktorisasi tunggal dan daerah ideal utama dapat ditunjukkan dengan adanya contoh penyangkal. Hubungan ekuivalensi antara daerah ideal utama dan daerah faktorisasi tunggal dapat berlaku jika diberikan syarat cukup pada daerah faktorisasi tunggal. Syarat cukup yang diberikan pada daerah faktorisasi tunggal adalah daerah tersebut merupakan daerah Dedekind. Sedangkan ada juga hubungan antara daerah ideal utama dengan gelanggang Noetherian. Namun, hubungan antara daerah ideal utama dengan gelanggang Noetherian bukan hubungan ekuivalensi. Dalam artikel ini, juga dibahas hubungan daerah faktorisasi tunggal dengan gelanggang Noetherian. Hubungan antara daerah faktorisasi tunggal dan gelanggang Noetherian ini juga tidak berlaku hubungan ekuivalensi.

Kata kunci: daerah faktorisasi tunggal, daerah ideal utama, gelanggang Noetherian.

ABSTRACT

Each principal ideal domain is a unique factorization domain, but does not apply otherwise. The absence of a relationship otherwise from a unique factorization domain and the principal ideal domain can be shown by the counter example. The equivalence relationship between a unique factorization domain and the principal ideal domain can apply if sufficient conditions are given in a unique factorization domain. The sufficient requirement given in the unique factorization domain is that the unique factorization domain is the Dedekind domain. Whereas there is also a connection between the principal ideal domain and the Noetherian ring. However, it is not an equivalent relationship. In this article, relationship of unique factorization domain and the Noetherian domain is also discussed. The relationship between the unique factorization domain and the Noetherian domain also does not have an equivalent relationship.

Keywords: unique factorization domain, principle ideal domain, Noetherian domain.

PENDAHULUAN

Dalam berbagai buku tentang aljabar abstrak, biasanya dijumpai suatu struktur aljabar yang dinamakan gelanggang. Menurut Hungerford, gelanggang didefinisikan sebagai himpunan struktur yang dilengkapi dengan dua operasi biner, yaitu penjumlahan dan perkalian yang memenuhi beberapa aksioma (Hungerford, 1996). Gelanggang dengan unity yang bersifat komutatif dan tidak mempunyai pembagi nol disebut daerah integral.

Pada pertengahan abad 19, Kummer memperkenalkan suatu daerah integral dengan struktur khusus yang dinamakan daerah faktorisasi tunggal. Pada buku Milne (Milne, 2009), Kummer mendefinisikan bahwa suatu daerah integral dinamakan daerah faktorisasi tunggal jika setiap elemennya dapat difaktorisasi dalam bentuk hasil kali elemen tak tereduksi yang bersifat tunggal.

Selanjutnya, dikenal pula struktur daerah integral yang berbeda dengan daerah faktorisasi tunggal. Menurut Stein (Stein, 2012), apabila suatu daerah integral yang setiap ideal di dalamnya merupakan ideal utama maka daerah integral tersebut dinamakan daerah ideal utama.

Pada penelitian ini, diuraikan hubungan daerah ideal utama dan daerah faktorisasi tunggal. Adanya dugaan hubungan antara daerah ideal utama dengan daerah faktorisasi tunggal tidak berlaku hubungan ekuivalensi. Apabila diberikan suatu daerah ideal utama, akan diselidiki apakah setiap ideal prima di dalam daerah ideal utama tersebut merupakan ideal maksimal. Selanjutnya, akan diselidiki apakah daerah ideal utama merupakan gelanggang Noetherian.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, definisi daerah ideal utama yang digunakan adalah daerah integral yang setiap ideal di dalamnya merupakan ideal utama. Selain itu, yang dimaksud, daerah faktorisasi tunggal adalah daerah integral yang memenuhi dua aksioma, yaitu setiap $p \in D - \{0\}$ bukan unit dapat dinyatakan sebagai hasil kali sejumlah berhingga elemen ireduksibel dan jika $p_1, p_2, \dots, p_r$ dan $q_1, q_2, \dots, q_s$ dua macam faktorisasi dari suatu elemen $p \in D$ dengan p_i, q_i elemen ireduksibel maka $r = s$, dan apabila perlu dengan mengubah urutan, diperoleh p_i berasosiasi

Hubungan antara Daerah Ideal Utama, Daerah Faktorisasi Tunggal dan Gelanggang Noetherian

dengan q_i . Pembahasan mengenai daerah ideal utama dan daerah faktorisasi tunggal dapat diperoleh diantaranya dalam buku Hungerford (Hungerford, 1996).

Hungerford juga memberikan contoh penyangkal bahwa tidak setiap daerah faktorisasi tunggal merupakan daerah ideal utama. Dalam perkembangannya, Stein memberikan sifat bahwa daerah integral yang mempunyai karakteristik seperti gelanggang Noetherian (Stein, 2012).

Daerah ideal utama memiliki sifat khusus. Sifat tersebut berkaitan dengan ideal prima dan ideal maksimal sebagaimana terdapat dalam proposisi berikut:

Proposisi 1 (Hungerford, 1996)

Jika D adalah daerah ideal utama, maka setiap ideal prima tak nol I adalah ideal maksimal.

Bukti :

Diambil sebarang ideal prima I dari D . Andaikan I bukan ideal maksimal dalam D berarti ada ideal sejati J dengan $I \subsetneq J$ di D . Karena D adalah daerah ideal utama maka $I = \langle a \rangle$ dan $J = \langle b \rangle$ untuk suatu $a, b \in D$. Ambil $a \in J$ maka $a = rb = sab = asb$. Karena D merupakan daerah integral maka berdasarkan Proposisi tentang hukum kanselasi diperoleh $1 = sb$. Akibatnya $J = \langle b \rangle = D$ maka kontradiksi dengan pengandaian. Oleh karena itu, I ideal maksimal. $\square$

Setiap anggota dalam daerah ideal utama ternyata dapat dinyatakan sebagai hasil kali elemen ireduksibel.

Teorema 2

Diberikan D daerah ideal utama dan $a \in D - \{0\}$, a bukan unit. Setiap elemen a dapat dinyatakan sebagai hasil kali elemen-elemen ireduksibel.

Bukti

Diambil $a \in D - \{0\}$, a bukan unit. Akan ditunjukkan a dapat difaktorisasi sebagai hasil kali elemen ireduksibel di dalam D . Jika a merupakan elemen ireduksibel di dalam D maka bukti selesai. Misalkan a merupakan bukan elemen ireduksibel di dalam D , maka $a = a_1 b_1$ untuk suatu $a_1, b_1 \in D$ dan keduanya bukan

unit. Berdasarkan Teorema 2.4.9 diperoleh $\langle a \rangle \subset \langle a_1 \rangle$. Jika $\langle a \rangle = \langle a_1 \rangle$ maka a dan a_1 berasosiasi sehingga b_1 merupakan unit. Kontradiksi. Jadi $\langle a \rangle \neq \langle a_1 \rangle$. Jika a_1 ireduisibel maka bukti selesai. Misalkan a_1 bukan elemen ireduisibel, maka $a_1 = a_2 b_2$ untuk suatu $a_2, b_2 \in D$ dan keduanya bukan unit. Berdasarkan Teorema 2.6.9 diperoleh $\langle a_1 \rangle \subset \langle a_2 \rangle$ dan $\langle a_1 \rangle \neq \langle a_2 \rangle$. Apabila proses dilanjutkan, maka akan terbentuk rangkaian naik ideal-ideal di D yaitu $\langle a \rangle \subset \langle a_1 \rangle \subset \langle a_2 \rangle \subset \dots$. Berdasarkan Teorema 2.4.8, haruslah terdapat $r \in \mathbb{Z}^+$ sehingga $\langle a_r \rangle = \langle a_s \rangle$ untuk setiap $s \geq r$. Oleh karena itu, a_r harus merupakan elemen ireduisibel. Hal ini menunjukkan bahwa a mempunyai hasil kali dua dengan salah satu faktornya merupakan elemen ireduisibel di dalam D .

Misalkan $a = p_1 c_1$ dengan p_1 elemen ireduisibel dan c_1 bukan merupakan unit. Karena $c_1 \mid a$ maka berdasarkan Teorema 2.4.9 $\langle a_1 \rangle \subset \langle c_1 \rangle$ dengan $\langle a_1 \rangle \neq \langle c_1 \rangle$. Jika c_1 merupakan elemen ireduisibel di dalam D maka bukti selesai. Misalkan c_1 bukan merupakan elemen ireduisibel di dalam D , maka $c_1 = p_2 c_2$ dengan p_2 elemen ireduisibel dan c_2 bukan merupakan unit. Akibatnya $\langle c_1 \rangle \subset \langle c_2 \rangle$ dengan $\langle c_1 \rangle \neq \langle c_2 \rangle$. Apabila proses dilanjutkan, maka akan terbentuk rangkaian naik ideal-ideal di D yaitu $\langle a \rangle \subset \langle c_1 \rangle \subset \langle c_2 \rangle \subset \dots$. Berdasarkan Teorema 2.4.8, haruslah terdapat $r \in \mathbb{N}^+$ sehingga $\langle c_r \rangle = \langle c_s \rangle$ untuk setiap $s \geq r$. Akibatnya c_r harus merupakan elemen ireduisibel di dalam D . Jadi $a = p_1 p_2 \dots p_r c_r$ dengan p_i untuk setiap i dan c_r elemen-elemen ireduisibel di dalam D . $\square$

Berikut ini sifat lain dari daerah ideal utama. Anggota dari daerah ideal utama yang ireduisibel memiliki sifat yang berhubungan dengan habis dibagi.

Teorema 3

Diberikan D daerah ideal utama dan $p, a, b \in D$. Jika p ireduisibel di dalam D dan $p \mid ab$ maka $p \mid a$ atau $p \mid b$.

Bukti

Hubungan antara Daerah Ideal Utama, Daerah Faktorisasi Tunggal dan Gelanggang Noetherian

Diketahui p ireduisibel di dalam D dan $p \mid ab$. Menurut Definisi 2.1.1.12, maka terdapat $d \in D$ sehingga $ab = dp$. Akibatnya $ab \in \langle p \rangle$. Berdasarkan Teorema 2.4.11, maka $\langle p \rangle$ merupakan ideal maksimal. Kemudian menurut Teorema 2.3.3.7, $\langle p \rangle$ merupakan ideal prima. Karena $\langle p \rangle$ merupakan ideal prima dan $ab \in \langle p \rangle$ maka $a \in \langle p \rangle$ atau $b \in \langle p \rangle$. Jika $a \in \langle p \rangle$ maka terdapat $d \in R$ sehingga $a = pd$. Dengan demikian, $p \mid a$. Jika $b \in \langle p \rangle$ maka terdapat $e \in D$ sehingga $b = pe$. Akibatnya $p \mid b$. Dengan demikian, jika $p \mid ab$ maka $p \mid a$ atau $p \mid b$. $\square$

Berikut ini akibat dari Teorema 3 yang diperumum.

Akibat 4

Diberikan D daerah ideal utama dan $p \in D$ elemen ireduisibel. Jika $p \mid a_1 a_2 \dots a_n$ dengan $a_i \in R$ maka $p \mid a_i$ untuk paling sedikit satu nilai i .

Bukti

Diketahui $p \in D$ elemen ireduisibel di dalam D dan $p \mid a_1 a_2 \dots a_k$. Dengan menggunakan induksi matematika pada n , untuk $n=1$ maka jelas terbukti. Selanjutnya, untuk $n=2$ maka berdasarkan Teorema 2.4.12 terbukti p habis membagi salah satu faktornya. Diasumsikan benar untuk $n=k-1$ bahwa $p \mid a_i$ untuk paling sedikit satu nilai i dengan $i=1, 2, \dots, k-1$. Akan ditunjukkan untuk $n=k$. Karena $p \mid (a_1 a_2 \dots a_{k-1}) a_k$ maka berdasarkan asumsi, $p \mid a_i$ untuk paling sedikit satu nilai i dengan $i=1, 2, \dots, k-1$. Sehingga terbukti benar untuk $n=k$.

$\square$

Selanjutnya, diberikan definisi gelanggang dengan karakteristik khusus yang dinamakan gelanggang Noetherian.

Definisi 5

Jika R adalah gelanggang dan setiap rangkaian naik ideal-ideal di dalam R yaitu $I_1 \subset I_2 \subset \dots$ terdapat r sedemikian sehingga $I_r = I_s$ untuk setiap $s \geq r$ maka R dinamakan **gelanggang Noetherian**.

Berikut ini karakteristik dari gelanggang Noetherian.

Teorema 6

Jika R gelanggang maka pernyataan berikut ekuivalen :

- 1) R Noetherian.
- 2) Setiap koleksi tak kosong dari ideal-ideal di R mempunyai elemen maksimal.
- 3) Setiap ideal di R dibangun secara berhingga.

Bukti

1) $\Rightarrow$ 2) Andaikan $S = \{I_\alpha\}_{\alpha \in A}$ himpunan tak kosong ideal-ideal di R yang tidak mempunyai elemen maksimal. Ambil $I_1 \in S$, karena S tidak mempunyai elemen maksimal maka terdapat $I_2 \in S$ sedemikian sehingga $I_1 \subset I_2$ dengan $I_1 \neq I_2$. Selanjutnya karena $I_2 \in S$ maka terdapat $I_3 \in S$ sehingga $I_2 \subset I_3$ dengan $I_2 \neq I_3$. Proses dilanjutkan, sehingga terbentuk rangkaian naik ideal-ideal di R yaitu $I_1 \subset I_2 \subset \dots$. Karena R Noetherian maka terdapat r sedemikian sehingga $I_r = I_s$ untuk setiap $s \geq r$. Ini berarti S memuat elemen maksimal sehingga kontradiksi dengan definisi himpunan S . Sehingga himpunan S tidak ada dan terbukti bahwa setiap himpunan tak kosong dari ideal-ideal R memuat elemen maksimal.

2) $\Rightarrow$ 3) Ambil sebarang I ideal dari R . Akan ditunjukkan bahwa I merupakan ideal yang dibangun secara berhingga. Misalkan $T = \{J \mid J \text{ ideal dari } R \text{ dibangun secara berhingga dan } J \subset I\}$. Jelas bahwa T bukan himpunan kosong karena $\{0\} \in T$. Berdasarkan 2), terdapat elemen maksimal katakan $J_k \in T$ untuk suatu $k \in \mathbb{Z}^+$. Ambil sebarang $a \in I$ dan bentuk $J_k + \langle a \rangle$. Karena $J_k \in T$ dan $\langle a \rangle \in T$ maka $J_k + \langle a \rangle \in T$. Perhatikan bahwa $J_k \subset J_k + \langle a \rangle$, padahal $J_k \in T$ merupakan elemen maksimal maka $J_k = J_k + \langle a \rangle$. Oleh karena itu, $a \in J_k$. Karena $a \in I$ diambil sebarang maka $I \subset J_k$. Tetapi $J_k \in T$ maka $J_k \subset I$. Hal ini berakibat $I = J_k$ sehingga $I \in T$.

3) $\Rightarrow$ 1) Diambil sebarang rangkaian naik ideal – ideal di R . Misalkan $I_1 \subset I_2 \subset \dots$ dan namakan $I = \bigcup_i I_i$. Maka I juga ideal dalam R . Berdasarkan

3), terdapat $a_1, a_2, \dots, a_r \in R$ sedemikian sehingga $I = \langle a_1, a_2, \dots, a_r \rangle$. Karena $a_1, a_2, \dots, a_r \in I = \bigcup_i I_i$ maka terdapat bilangan bulat positif t sedemikian sehingga $a_i \in I_t$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, k$. Tetapi karena $I_1 \subset I_2 \subset \dots$ maka terdapat r sedemikian sehingga $a_i \in I_r$ untuk semua i . Akibatnya untuk semua $s \geq r$ diperoleh $I = \langle a_1, a_2, \dots, a_r \rangle \subset I_r \subset I_s \subset I = \langle a_1, a_2, \dots, a_r \rangle$. Jadi $I_r = I_s = I$ untuk setiap $s \geq r$. Dengan kata lain, R merupakan gelanggang Noetherian. $\square$

Definisi berikut merupakan definisi daerah integral yang dilengkapi dengan tiga sifat khusus.

Definisi 7

Daerah integral D disebut daerah Dedekind (Dedekind domain) jika gelanggang Noetherian, tertutup secara integral dalam lapangan hasil baginya, dan ideal prima tak nol dari D merupakan ideal maksimal.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hubungan Antara Daerah Ideal Utama dan Daerah Faktorisasi Tunggal

Hungerford dalam bukunya menyatakan bahwa setiap daerah ideal utama merupakan daerah faktorisasi tunggal (Hungerford, 1996). Sifat ini tidak berlaku sebaliknya dengan memberikan contoh penyangkal. Berikut teorema yang menjelaskan hubungan daerah ideal utama dan daerah faktorisasi tunggal dalam buku Hungerford.

Teorema 8 (Hungerford, 1996)

Setiap daerah ideal utama merupakan daerah faktorisasi tunggal.

Bukti

Berdasarkan Teorema 2, telah dibuktikan syarat pertama dari daerah faktorisasi tunggal. Maka untuk menunjukkan daerah ideal utama merupakan daerah faktorisasi tunggal, cukup dibuktikan syarat kedua terpenuhi yaitu faktorisasi dalam daerah ideal utama adalah tunggal sebagai berikut:

Ambil sebarang $a \in D - \{0\}$, a bukan unit. Misalkan a dapat difaktorisasikan menjadi $a = p_1 p_2 \dots p_r$ dan $a = q_1 q_2 \dots q_s$ dengan p_i, q_i elemen-elemen ireduksibel di dalam D . Maka $p_1 \mid (q_1 q_2 \dots q_s)$. Berdasarkan Akibat 4, $p_1 \mid q_j$ untuk suatu $j \in \mathbb{Z}^+$. Apabila diperlukan dengan mengubah urutan, sehingga dapat diasumsikan $j = 1$, sehingga $p_1 \mid q_1$. Oleh karena itu, $q_1 = p_1 u_1$ untuk suatu $u_1 \in D$. Karena p_i, q_i elemen ireduksibel maka u_1 merupakan unit di dalam D . Dengan demikian, p_1 dan q_1 berasosiasi di dalam D , sehingga diperoleh $p_1 p_2 \dots p_r = p_1 u_1 q_2 \dots q_s$. Karena D daerah integral, maka berlaku hukum kanselasi sehingga diperoleh $p_2 \dots p_r = u_1 q_2 \dots q_s$. Apabila proses tersebut dilanjutkan, maka diperoleh $1 = u_1 u_2 \dots u_r q_{r+1} \dots q_s$. Karena $q_{r+1}, q_{r+2}, \dots, q_s$ elemen ireduksibel maka $q_1 q_2 \dots q_s$ bukan unit di dalam D . Padahal $u_1 u_2 \dots u_r [q_{r+1} q_{r+2} \dots q_s] = 1$, maka haruslah $r = s$. Oleh karena u_i unit di dalam D maka p_i berasosiasi dengan q_i di dalam D . Dengan demikian, syarat kedua daerah faktorisasi tunggal terpenuhi. Karena syarat pertama daerah faktorisasi tunggal telah terpenuhi pada pembuktian Teorema 2 maka terbukti daerah ideal utama merupakan daerah faktorisasi tunggal. $\square$

Selanjutnya, diselidiki hubungan sebaliknya. Adanya dugaan bahwa tidak berlaku hubungan sebaliknya. Pada artikel ini diberikan contoh penyangkal yaitu contoh yang merupakan daerah faktorisasi tunggal namun bukan daerah ideal utama.

Teorema 9

Jika D daerah faktorisasi tunggal maka $D[x]$ merupakan daerah faktorisasi tunggal.

Berdasarkan Teorema 9 dapat diberikan contoh daerah polinomial yang merupakan daerah faktorisasi tunggal. Himpunan Z merupakan daerah faktorisasi tunggal, maka $Z[x]$ merupakan daerah faktorisasi tunggal. Namun, $Z[x]$ bukan merupakan daerah ideal utama.

Proposisi 10

$\mathbb{Z}[x]$ bukan merupakan daerah ideal utama.

Dari hasil penelitian ini, akan dibuktikan bahwa hubungan ekuivalensi antara daerah ideal utama dan daerah faktorisasi tunggal tidak berlaku. Dalam (Osserman, 2011), (Chow, 2011), (Milne, 2009), dan (Bosman, 2011) memberikan syarat cukup agar hubungan ekuivalensi daerah ideal utama dan daerah faktorisasi tunggal dapat berlaku.

Proposisi 11 (Hungerford, 1996)

Diberikan D daerah Dedekind. D daerah ideal utama jika dan hanya jika D daerah faktorisasi tunggal.

2. Hubungan Antara Daerah Ideal Utama dan Gelanggang Noetherian

Hubungan selanjutnya yang akan dibahas adalah mengenai hubungan antara daerah ideal utama dan gelanggang Noetherian.

Proposisi 12 (Hungerford, 1996)

Setiap daerah ideal utama D merupakan gelanggang Noetherian.

3. Hubungan Antara Daerah Faktorisasi Tunggal dan Gelanggang Noetherian

Hubungan searah antara daerah faktorisasi tunggal dengan gelanggang Noetherian belum tentu berlaku. Hubungan tersebut berlaku jika daerah faktorisasi tunggalnya memiliki syarat cukup.

Proposisi 13

Diberikan D daerah Dedekind. Jika D daerah faktorisasi tunggal maka D merupakan gelanggang Noetherian.

SIMPULAN

Secara garis besar, di dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tidak berlaku hubungan ekuivalensi daerah ideal utama dan daerah faktorisasi tunggal.

Setiap daerah ideal utama merupakan gelanggang Noetherian. Setiap D daerah faktorisasi tunggal merupakan gelanggang Noetherian jika D merupakan daerah Dedekind.

DAFTAR PUSTAKA

- Bosman, J. (2011). *Algebraic Number Theory*. Bounyer.
- Chow, S. (2011). *Thesis: An Introduction ri Algebraic Number Theory, and the Class Number Formula*. Melbourne, Australia: University of Melbourne.
- Hungerford, T. W. (1996). *Abstract Algebra: An Introduction*. Saunders College Publishing.
- Milne, J. S. (2009). *Algebraic Number Theory*. New Zealand.
- Osserman, B. (2011). *Algebraic Number Theory*. Bouyer.
- Stein, W. (2012). *Algebraic Number Theory, A Computational Approach*. William Stein.

PEMAHAMAN MAHASISWA TENTANG KONSEP GRUP PADA MATA KULIAH STRUKTUR ALJABAR

Hanim Faizah

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
fhanim@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Pemahaman konseptual harus ditekankan bagi setiap mahasiswa Pendidikan Matematika. Pemahaman konseptual adalah pemahaman konsep-konsep matematika, operasi dan relasi dalam matematika. Dalam struktur aljabar, mahasiswa dapat belajar tentang pentingnya peran timbal balik antara konsep matematika dan bahasa. Pemahaman konsep merupakan salah satu kecakapan atau kemahiran matematika yang diharapkan dapat tercapai dalam belajar matematika yaitu dengan menunjukkan pemahaman konsep matematika yang dipelajarinya, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah. Namun dalam kenyataannya, masih banyak mahasiswa yang belum menguasai konsep pada teori grup, dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan masih banyaknya nilai mahasiswa yang kurang memuaskan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti lain sebelumnya diketahui bahwa pemahaman mahasiswa tentang konsep grup sangat dipengaruhi oleh kemampuan matematis mahasiswa.

Kata kunci: grup, kemampuan matematika, pemahaman konseptual.

ABSTRACT

Conceptual understanding must be emphasized for every student of Mathematics Education. Conceptual understanding is understanding mathematical concepts, operations and relations in mathematics. In the algebraic structure, students can learn about the importance of the reciprocal role between mathematical and language concepts. Conceptual understanding is mathematical skills that are expected to be achieved in learning mathematics by showing understanding of the mathematical concepts learned, explaining the interrelationships between concepts and applying concepts or algorithms flexibly, accurately, efficiently, and precisely in problem solving. But in reality, there are still many students who have not yet mastered the concept of group theory well. It can be known from the unsatisfied student's achievement. Based on research conducted by other researchers, it was previously known that student's understanding of group concepts was strongly influenced by student's mathematical abilities.

Keywords: groups, mathematical comprehension, conceptual understanding.

PENDAHULUAN

Matematika merupakan dasar ilmu yang mempengaruhi perkembangan teknologi, khususnya perkembangan teknologi di bidang teknologi dan komunikasi yang dilandasi oleh perkembangan matematika di bidang Teori Bilangan, Aljabar, Analisis, Teori Peluang dan Matematika Diskrit. Ag dan Fathani (2007), untuk dapat berkecimpung dalam dunia sains, teknologi, maupun ilmu lainnya, langkah awal yang harus ditempuh adalah menguasai ilmu dasarnya, yaitu matematika.

Untuk menguasai dan mencipta teknologi di masa depan diperlukan penguasaan matematika yang kuat sejak dini. Van de Walle (2010) mengungkapkan bahwa kurikulum dirancang untuk memperkuat pemahaman konseptual bagi siswa. Karena pemahaman konseptual matematika sangat penting untuk dimiliki setiap siswa, maka guru pengajar matematika juga harus memahami konsep-konsep dalam matematika. Untuk itu, pemahaman konseptual harus ditekankan bagi setiap mahasiswa calon guru matematika.

Pemahaman konseptual adalah pemahaman konsep-konsep matematika, operasi, dan relasi dalam matematika (Kilpatrick, Hiebert, Ball dalam Rubowo dan Wulandari, 2017). Mahasiswa yang memahami konsep adalah mahasiswa yang mampu mendefinisikan konsep, mengidentifikasi dan memberi contoh dari konsep, mengembangkan kemampuan koneksi matematika antar berbagai ide, memahami bagaimana ide-ide matematika saling terkait satu sama lain sehingga terbangun pemahaman menyeluruh, dan menggunakan matematika dalam konteks di luar matematika (Kesumawati dalam Rubowo dan Wulandari, 2017).

Salah satu mata kuliah wajib yang harus diambil oleh mahasiswa calon guru matematika adalah Struktur Aljabar. Menurut Arnawa (2006), dalam Struktur Aljabar, mahasiswa dapat belajar tentang pentingnya peran timbal balik antara konsep matematika dan bahasa. Agar dapat memahami konsep-konsep dalam struktur aljabar dengan baik, mahasiswa harus mampu memahami setiap definisi, teorema, dan lemma yang ada di dalamnya.

Untuk memahami setiap teorema dan lemma mahasiswa diharapkan mampu menyusun pembuktian berdasarkan definisi dan aksioma yang berkaitan. Kemampuan pembuktian yang diharapkan adalah kemampuan mahasiswa dalam untuk memvalidasi atau mengkritisi bukti dan mengonstruksi bukti yang berhubungan jenis-jenis pembuktian yang sering muncul dalam mata kuliah struktur aljabar, khususnya dalam topik Teori Grup (Fadillah dan Jamilah, 2016).

PEMAHAMAN KONSEP

Pemahaman diserap dari kata *understanding*. Pemahaman merupakan aspek fundamental yang menjadi pokok perhatian dan menjadi salah satu tujuan dari proses tersebut (Nickerson, 1985). Derajat pemahaman ditentukan oleh tingkat keterkaitan suatu gagasan, prosedur atau fakta matematika dipahami secara menyeluruh jika hal-hal tersebut membentuk jaringan dengan keterkaitan yang tinggi. Konsep diartikan sebagai ide abstrak yang dapat digunakan untuk menggolongkan sekumpulan objek (Depdiknas, 2003).

Sedangkan menurut Listiawati (2015), pemahaman berkaitan dengan kemampuan (*ability*) seseorang dalam pengintegrasian informasi baru melalui proses akomodasi dan asimilasi ke dalam skema yang dimiliki orang tersebut sebelumnya sehingga terbentuk skema baru. Menurut Sudjana (1992) pemahaman dapat dibedakan dalam tiga kategori, antara lain: (1) tingkat terendah adalah pemahaman terjemahan, mulai menerjemahkan dalam arti yang sebenarnya, mengartikan prinsip-prinsip; (2) tingkat kedua adalah pemahaman penafsiran, yaitu menghubungkan bagian-bagian terendah dengan yang diketahui berikutnya, atau menghubungkan kejadian, membedakan yang pokok dengan yang bukan pokok, dan (3) tingkat ketiga merupakan tingkat tertinggi yaitu pemahaman ekstrapolasi.

Richard Skemp pada tahun 1976 menyampaikan hasil penelitiannya mengenai pemahaman dalam pendidikan pembelajaran matematika. Dalam Ikrimah dan Darwis (2016), Richard skemp menjelaskan ada tiga jenis pemahaman yang dimiliki siswa dalam proses belajar matematika yaitu (1) pemahaman prosedural adalah kemampuan seseorang menggunakan suatu prosedur matematis dalam menyelesaikan suatu masalah tanpa mengetahui

mengapa prosedur tersebut boleh digunakan untuk menyelesaikan masalah (*rules without reason*). (2) Pemahaman instrumental sejumlah konsep diartikan sebagai pemahaman atas konsep yang terpisah dan hanya hafal rumus dalam perhitungan sederhana, mengerjakan sesuatu secara algoritmik saja. Dalam hal ini, seseorang dengan pemahaman instrumental hanya dapat menyelesaikan masalah dengan menentukan hasil tanpa tau alasan diperoleh hasil tersebut. (3) Pemahaman relasional yaitu dapat mengaitkan sesuatu dengan hal lainnya secara benar dan menyadari proses yang dilakukan. Pada tahap pemahaman relasional, seseorang tidak hanya dapat menentukan hasil, tetapi juga dapat menjelaskan bagaimana hasil tersebut diperoleh.

Depdiknas (2003) mengungkapkan bahwa, pemahaman konsep merupakan salah satu kecakapan atau kemahiran matematika yang diharapkan dapat tercapai dalam belajar matematika yaitu dengan menunjukkan pemahaman konsep matematika yang dipelajarinya, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah.

Sesuai dengan pernyataan di atas, menurut Kilpatrick, Hiebert, Ball dalam Rubowo dan Wulandari (2017) pemahaman konseptual adalah pemahaman konsep-konsep matematika, operasi, dan relasi dalam matematika. Mahasiswa yang memahami konsep adalah mahasiswa yang mampu mendefinisikan konsep, mengidentifikasi dan memberi contoh atau bukan contoh dari konsep, mengembangkan kemampuan koneksi matematika antar berbagai ide, memahami bagaimana ide-ide matematika saling terkait satu sama lain sehingga terbangun pemahaman menyeluruh, dan menggunakan matematika dalam konteks di luar matematika (Kesumawati, 2010).

Sejalan dengan pengertian pemahaman konsep tersebut, indikator pemahaman konsep menurut Shadiq dalam Fadhillah (2014) adalah sebagai berikut: (1) menyatakan ulang sebuah konsep, (2) Mengklasifikasi objek-objek menurut sifat-sifat tertentu (sesuai dengan konsepnya), (3) Memberikan contoh dan non contoh dari konsep, (4) Memberikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis, (5) Mengembangkan syarat perlu dan cukup suatu konsep, (6)

Menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu, (7) Mengaplikasikan konsep atau algoritma pemecahan masalah.

Sedangkan, Jafar (2013) menjelaskan indikator pemahaman konseptual adalah: (1) memiliki kemampuan menyebutkan definisi konsep tersebut secara lengkap, (2) mampu mengidentifikasi unsur-unsur pembangun dari konsep tersebut, (3) mampu menyebutkan sifat-sifat esensial dari konsep tersebut, (4) mampu menemukan contoh dan bukan contoh bagi konsep yang dimaksud, (5) mampu menerapkan konsep itu untuk mendefinisikan konsep lain yang satu genus atau satu keluarga, (6) mampu menemukan konsep tersebut dengan konsep-konsep yang berdekatan, dan (7) memiliki kemampuan menggunakan konsep tersebut untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berkaitan.

Menurut Darminto (2009) pemahaman konsep memiliki beberapa indikator yang harus dikuasai oleh siswa. Indikator-indikator tersebut adalah (1) menyatakan atau menjelaskan ulang sebuah konsep; (2) mengklasifikasikan sifat-sifat tertentu; (3) memberi contoh; (4) merepresentasikan konsep; (5) menggunakan konsep untuk menyelesaikan masalah.

TEORI GRUP

Aljabar adalah bentuk matematika yang dinotasikan dengan huruf. Aljabar berasal dari kata *algebra* yang memiliki arti ilmu yang mempelajari tentang cara penggunaan bilangan dengan huruf dan simbol. Simbol-simbol dalam aljabar berfungsi untuk mempermudah dalam menemukan solusinya. Di dalam aljabar memuat konstanta, variabel dan koefisien yang dihubungkan dengan operasi aljabar (penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian, perpangkatan, dan pengakaran). Aljabar merupakan salah satu materi sekolah yang telah didapat sejak kelas VII. Dalam aljabar tidak hanya dibahas tentang himpunan tetapi juga himpunan bersama dengan operasi penjumlahan dan pergandaan yang didefinisikan pada himpunan.

Definisi 1

Misalkan A himpunan tidak kosong. Operasi biner $*$ pada A adalah pemetaan dari setiap pasangan berurutan x, y dalam A dengan tepat satu anggota $x * y$ dalam A .

Himpunan bilangan bulat Z mempunyai dua operasi biner yang dikenakan padanya yaitu penjumlahan (+) dan perkalian ($\times$). Dalam hal ini untuk setiap pasangan x dan y dalam Z , $x + y$ dan $x \times y$ dikawankan secara tunggal dengan suatu anggota dalam Z .

Operasi biner mempunyai dua bagian dari definisi yaitu terdefinisikan dengan baik yaitu untuk setiap pasangan berurutan x, y dalam A dikawankan dengan tepat satu nilai $x * y$. A tertutup di bawah operasi $*$ yaitu untuk setiap x, y dalam A maka $x * y$ masih dalam A .

Contoh 1

Diketahui N himpunan semua bilangan bulat positif. Didefinisikan $*$ dengan aturan $x * y = x - y$. Karena 3 dan 5 dalam himpunan bilangan asli N tetapi $3 * 5 = 3 - 5 = -2$ tidak berada dalam N maka N tidak tertutup di bawah operasi $*$, sehingga $*$ bukan operasi biner pada N .

Definisi 2

Misalkan $*$ operasi biner pada himpunan A .

Operasi $*$ asosiatif jika $(a * b) * c = a * (b * c)$ untuk semua a, b, c dalam A .

Operasi $*$ komutatif jika $a * b = b * a$ untuk semua a, b dalam A .

Dalam pembahasan selanjutnya untuk penjumlahan dan perkalian yang didefinisikan pada bilangan bulat Z dan bilangan real R sebagai aksioma yaitu diterima tanpa bukti.

Contoh 2

Operasi $*$ didefinisikan pada himpunan bilangan real R dengan $a * b = (1/2)ab$.

Akan ditunjukkan bahwa $*$ asosiatif dan komutatif.

$$\begin{aligned}\text{Karena } (a * b) * c &= (1/2 ab) * c \\ &= (1/2)((1/2 ab)c) \\ &= (1/4)(ab)c\end{aligned}$$

Dan pada sisi lain

$$\begin{aligned}a * (b * c) &= a * ((1/2) bc) \\ &= (1/2) a((1/2) bc)\end{aligned}$$

$$= (1/4)(ab)c$$

Untuk semua a, b dan c dalam R maka $*$ asosiatif.

$$\text{Karena } a * b = (1/2)ab$$

$$= (1/2)ba = b * a$$

Untuk semua a, b dalam R maka $*$ komutatif.

Salah satu cabang ilmu dalam matematika adalah struktur aljabar. Struktur aljabar merupakan salah satu ilmu yang mengkaji tentang kuantitas, hubungan dan struktur yang terbentuk di dalamnya. Perkembangan struktur aljabar sangat pesat karena penerapannya memiliki manfaat dalam penyelesaian masalah yang tidak dapat dilakukan dengan menggunakan metode penyelesaian aljabar biasa. Struktur Aljabar membahas tentang Teori Grup dan Ring. Adapun materi yang akan diteliti adalah tentang Teori Grup. Definisi Grup dapat dijelaskan sebagai berikut.

Definisi 3 Grup

Sebuah grup adalah sebuah pasangan terurut $(G, *)$, dengan G adalah sebuah himpunan tak kosong, dan $*$ adalah sebuah operasi biner pada G yang memenuhi sifat-sifat:

1) Asosiatif.

Operasi tersebut bersifat asosiatif, yaitu $(a * b) * c = a * (b * c)$, untuk semua a, b, c di G .

2) Identitas.

Terdapat suatu elemen e (disebut identitas) di G , sehingga $a * e = e * a = a$, untuk semua a di G .

3) Invers.

Untuk setiap elemen a di G , terdapat suatu elemen b di G (disebut invers) sehingga $a * b = b * a = e$.

Contoh 3

Himpunan bilangan rasional merupakan grup terhadap operasi $+$.

Sistem ini dilambangkan dengan $\langle Q, + \rangle$ dengan $Q = \{a/b \mid a, b \in \mathbb{Z} \text{ dan } b \neq 0\}$.

Operasi penjumlahan didefinisikan dengan aturan $a/b + c/d = (ad + bc)/(bd)$ akan dibuktikan bahwa Q grup berdasarkan sifat-sifat bilangan bulat.

a) Hukum tertutup

Misalkan $a/b, c/d \in Q$. Berdasarkan definisi operasi penjumlahan pada bilangan rasional didapat $(ad + bc)/(bd)$. Karena operasi perkalian dan penjumlahan dalam bilangan bulat bersifat tertutup maka pembilang dan penyebutnya merupakan bilangan bulat. Karena b dan d tidak nol maka bd juga tidak nol. Berarti penjumlahan bilangan rasional bersifat tertutup.

b) Hukum asosiatif

Misalkan $a/b, c/d$ dan $e/f \in Q$. Akan ditunjukkan bahwa sifat asosiatif berlaku.

$$\begin{aligned}(a/b + c/d) + e/f &= (ad + bc)/(bd) + e/f \\&= [(ad + bc)f + (bd)e] / (bd)f \\&= [(ad)f + (bc)f + (bd)e] / (bd)f \\&= [a(df) + b(cf) + b(de)] / b(df) \\&= a/b + (cf + de) / (df) \\&= a/b + (c/d + e/f).\end{aligned}$$

Berartisifat asosiatif berlaku.

c) Hukum identitas

Elemen $0/1$ merupakan identitas karena

$$\begin{aligned}0/1 + a/b &= (0 \cdot b + 1 \cdot a) / (1 \cdot b) \\&= (0 + a) / b \\&= a/b.\end{aligned}$$

Pada sisi lain,

$$\begin{aligned}a/b + 0/1 &= (a \cdot 1 + b \cdot 0) / (b \cdot 1) \\&= (a + 0) / b \\&= a/b.\end{aligned}$$

d) Hukum invers

Untuk sebarang anggota $a/b \in Q$ akan ditunjukkan bahwa $(-a)/b$ merupakan inversnya. Jelas bahwa $(-a)/b \in Q$. Anggota $(-a)/b$ merupakan invers a/b karena

$$\begin{aligned}a/b + (-a)/b &= ab + b(-a)/(bb) \\&= (ab + (-a)b) / (bb) \\&= 0 \cdot b / (bb)\end{aligned}$$

$$= 0 / b$$

$$= 0 / 1.$$

Terbukti Q grup.

Contoh lain himpunan yang membentuk grup adalah:

1. Himpunan bilangan bulat Z merupakan grup terhadap operasi $+$.
2. Himpunan bilangan kompleks C merupakan grup terhadap operasi $+$.
3. Himpunan bilangan real $R - \{0\}$ merupakan grup terhadap operasi perkalian.
4. Himpunan bilangan bulat modulo n merupakan grup terhadap operasi penjumlahan modulo n .

Sedangkan himpunan Himpunan bilangan asli N bukan grup terhadap operasi $+$, sebab himpunan bilangan asli N tidak memiliki elemen invers untuk setiap $a \in N$, yaitu $(-a)$. Elemen $(-a)$ adalah bilangan bulat negatif dan bukan elemen dari himpunan bilangan asli.

PEMAHAMAN MAHASISWA TENTANG KONSEP GRUP

Pemahaman konsep sangat penting dalam proses pembelajaran matematika. Hal ini dikarenakan pemahaman konsep nantinya yang akan dijadikan dasar dalam proses pemecahan masalah matematika, baik permasalahan formal maupun masalah yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Begitu juga dalam pembelajaran tentang konsep grup, pemahaman konseptual sangat diperlukan, mengingat konsep grup ini selanjutnya akan dijadikan dasar dalam mempelajari konsep-konsep lain yang lebih kompleks, seperti Ring, Field, dan konsep-konsep lainnya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Listiawati (2015), pemahaman mahasiswa pada konsep grup dipengaruhi oleh kemampuan matematis mahasiswa. Dalam penelitian tersebut, kemampuan matematis mahasiswa dibagi ke dalam tiga kelompok, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Bagi mahasiswa dengan kemampuan matematis tinggi dan sedang, pemahaman konsep pada teori grup dapat dikategorikan baik. Mereka dapat menjelaskan ulang konsep dengan baik dan dilengkapi dengan notasi dan sifat-sifat pengoperasian matematis

yang sesuai dengan konsep. Mahasiswa dengan kemampuan matematis tinggi juga dapat memberikan contoh dan bukan contoh yang disertai dengan alasan secara detail. Pembuktian suatu himpunan adalah suatu grup juga dapat dikerjakan dengan baik dan terperinci sesuai dengan empat aksioma grup. Penemuan yang berbeda ditunjukkan oleh mahasiswa dengan kemampuan matematis rendah. Mahasiswa dengan kemampuan matematis rendah mengalami kendala saat menjelaskan contoh dan bukan contoh. Mahasiswa tersebut tidak memberikan alasan secara lengkap. Dapat diambil kesimpulan bahwa mahasiswa dengan kemampuan matematis rendah kurang dapat memahami konsep grup.

Rahayuningsih (2018) mengungkapkan bahwa pemahaman konsep mahasiswa perempuan di Universitas Islam Mojokerto dapat dikatakan masih rendah, yang ditunjukkan dengan nilai mahasiswa sebagian besar masih di bawah 50. Dari penelitiannya, Rahayuningsih mendapatkan deskripsi pemahaman konseptual dari mahasiswa perempuan, yaitu mahasiswa perempuan mampu menjelaskan ulang konsep sifat tertutup dan asosiatif, elemen identitas dan elemen invers, tetapi terjadi miskonsepsi dalam menjelaskan operasi biner dengan bahasa sendiri. Sehingga dari pemahaman konsep yang kurang baik, mahasiswa tersebut memberikan kesimpulan yang kurang benar tentang suatu himpunan dengan operasi biner merupakan suatu grup atau bukan.

Hanifah dan Abadi (2018) melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Pemahaman Konsep Matematika Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Teori Grup”. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh hasil persentase pemahaman konsep mahasiswa dalam menyelesaikan soal Teori Grup pada indikator menyatakan ulang sebuah konsep 73,46%, pada indikator mengklasifikasikan objek-objek menurut sifat-sifat tertentu 37,69%, pada indikator memberikan contoh dan non contoh dari konsep 90,38%, pada indikator menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis 99,04%, pada indikator mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup suatu konsep 14,1%, pada indikator menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu 67,18%, dan pada indikator mengaplikasikan konsep atau algoritma pemecahan masalah 41,15%. Dari hasil tersebut, salah satu sebab mahasiswa

melakukan kesalahan adalah karena kurangnya pemahaman konsep tentang teori grup.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas, diketahui bahwa pemahaman mahasiswa pada konsep teori grup penting dalam menunjang keberhasilan proses pembelajaran pada mata kuliah struktur aljabar. Hal ini disebabkan karena pemahaman konsep pada teori grup juga merupakan landasan untuk menyelesaikan masalah-masalah pada mata kuliah struktur aljabar yang lebih kompleks. Sehingga pemahaman konsep tidak dapat dipandang sebelah mata oleh pengajar teori grup. Jadi, pemahaman konsep harus ditekankan sejak dari awal proses pembelajaran teori grup sebelum mahasiswa mempelajari teori yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Ag, M. M., dan Fathani, A. H. (2007). *Mathematical Intelligence*. Yogyakarta: Ar Ruzz Media
- Arnawa, M. I. (2006). “*Meningkatkan Kemampuan Pembuktian Mahasiswa dalam Aljabar Abstrak Melalui Pembelajaran Berdasarkan Teori APOS*”. Disertasi. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Depdiknas (2003). *Pedoman Khusus Pengembangan Sistem Penilaian Berbasis Kompetensi SMP*. Jakarta: Depdiknas.
- Depdiknas (2006). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Darminto, B. P. (2009). *Upaya Peningkatan Pemahaman Konsep Aljabar dan Sikap Mahasiswa Calon Guru Matematika terhadap Pembelajaran Berbasis Komputer*. Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Aljabar, Pengajaran dan Terapannya. Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY Yogyakarta.
- Fadhilah, N. (2014). Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Volume Prisma Dengan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI). *JPM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2).
- Fadillah, S., dan Jamilah. (2016). “*Pengembangan Bahan Ajar Struktur Aljabar Untuk Meningkatkan Kemampuan Pembuktian Matematis Mahasiswa*”. Yogyakarta: Jurnal Ilmiah Cakrawala Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta.

- Hanifah dan Abadi, A. P. (2018). Analisis Pemahaman Konsep Matematika Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Teori Grup. *Journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 2(2), 235-244.
- Ikrimah dan Darwis, M. (2016). Understanding Student Profile SMP IT Al-Fityan Gowa School Class IX at Problem Solving Viewed from The Reasoning Ability of Mathematics. *Jurnal Daya Matematis*, 4(2), 129-142.
- Jafar. (2013). *Membangun Pemahaman yang Lengkap (Completely Understanding) dalam Pembelajaran Konsep Grup*. KNPM V Himpunan Matematika Indonesia.
- Kesumawati, N. 2008. *Pemahaman Konsep Matematik dalam Pembelajaran Matematika*. Semnas Matematika dan Pendidikan Matematika 2008.
- Listiawati, E. (2015). Pemahaman Mahasiswa Calon Guru pada Konsep Grup. *Jurnal APOTEMA*, 1(2).
- Nickerson, R. S. (1985). Understanding understanding. *American Journal of Education*, 43(2), 201-239.
- Rahayuningsih, S. (2018). Pemahaman Konsep Mahasiswa Perempuan dalam Menyelesaikan Masalah Grup. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 3(1), 70-81.
- Rubowo, M. R., dan Wulandari, D. (2017). *Profil Pemahaman Konseptual Mahasiswa Pendidikan Matematika Tentang Ring pada Mata Kuliah Struktur Aljabar 2 Ditinjau dari Kemampuan Matematika*. Semarang: Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (2nd SENATIK) Program Studi Pendidikan Matematika FPMIPATI-Universitas PGRI Semarang. Dapat diakses secara Online http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/sen_2017/sen_2017/paper/view/1692/1674
- Sudjana, N. (1992). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2010). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. USA: Pearson Education, Inc.

ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMP MELALUI SOAL OPEN ENDED PADA MATERI BANGUN TABUNG

Rosita Dwi Ferdiani¹, Nur Farida², Tatik Retno Murniasih³

^{1, 2, 3}Universitas Kanjuruhan Malang

rositadf@unikama.ac.id¹, nurfarida@unikama.ac.id², tretnom@unikama.ac.id³

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kemampuan berpikir kreatif pada materi tabung. Peningkatan kreativitas dapat dilakukan melalui pembelajaran matematika di sekolah. Berdasarkan wawancara dengan guru matematika di MTs Miftahul Ulum Ngembal, didapat informasi bahwa kurangnya kemampuan siswa khususnya kelas IX dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan matematika yang membutuhkan pemikiran kreativitas. Kurang kemampuan ini disebabkan kurangnya kebiasaan yang membutuhkan pemikiran kreatif. Siswa dibiasakan untuk mengerjakan permasalahan rutin atau soal-soal pengaplikasian rumus yang terdapat di buku pelajaran atau di LKS. Subjek penelitian ini adalah 3 siswa dari 38 siswa. Indikator yang digunakan dalam penelitian ini adalah indikator kemampuan berpikir kreativitas yaitu kelancaran, fleksibel, dan orisinil. Dari hasil penelitian didapatkan subjek 1 mempunyai kemampuan dalam berpikir lancar, fleksibel dan orisinal. Subjek 2 mempunyai kemampuan berpikir lancar dan orisinal. Subjek 3 mempunyai kemampuan berpikir orisinal.

Kata kunci: berpikir kreatif, *open ended*, tabung.

ABSTRACT

Purpose of this study was to analyze the ability to think creatively on tube material. Increased The creativity can be done through learning mathematics at school. Based on interviews with mathematics teachers at MTs Miftahul Ulum Ngembal, information was obtained that the lack of ability of students, especially class IX, to solve mathematical problems that required creativity thinking. This lack of ability is due to a lack of habits that require creative thinking. Students are accustomed to working on routine problems or questions about the application of formulas found in textbooks or on Student exercise book. The subjects of this study were 3 students from 38 students. The indicators used in this study are indicators of the ability to think of creativity, namely fluency, flexibility, and originality. From the results of the study found subject 1 has the ability to think fluently, flexibly and original. Subject 2 has the ability to think fluently and original. Subject 3 has original thinking skills.

Keywords: creative thinking, open ended, tube

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini, mendorong manusia untuk memanfaatkan teknologi di segala aspek kehidupan. Pemanfaatan teknologi ini membutuhkan kreatifitas dalam penggunaannya. Kreativitas diperlukan dalam menghadapi tantangan di masa depan. (Sriraman, 2005). Peningkatan kreativitas ini dapat dilakukan di segala jenjang pendidikan formal, dari sekolah dasar sampai perguruan tinggi. Hal ini sejalan dengan salah satu tujuan pendidikan nasional yaitu mengembangkan potensi siswa agar menjadi manusia yang kreatif.

Pembelajaran di kelas hendaknya dilakukan melalui aktivitas-aktivitas yang mendorong kreativitas siswa. Peningkatan kreativitas membutuhkan waktu dan pengalaman-pengalaman yang membutuhkan pemikiran kreatif (Mann, 2006). Guru dapat mendorong bakat kreatif siswa dengan cara melatih siswa untuk menciptakan solusi baru dan bermanfaat dan mensimulasikan ke dalam dunia nyata (Chamberlin & Moon, 2005). Menurut Liljedahl & Sriraman (2006) kemampuan siswa untuk menyajikan ide-ide baru dan/atau menemukan solusi dalam masalah matematika dianggap sebagai indikator kreativitas.

Pada pembelajaran matematika, siswa dilatih untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan matematika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Matematika memberikan peluang bagi siswa untuk mengerjakan tugas-tugas yang menantang, bermanfaat dan membutuhkan pemikiran kreatif (Vale & Barbosa, 2015). Salah satu tugas yang dapat menumbuhkan kreativitas adalah tugas *open ended* (Nohda, 2000).

Berdasarkan wawancara dengan guru matematika di MTs Miftahul Ulum Ngembal, didapat informasi bahwa kurangnya kemampuan siswa khususnya kelas IX dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan matematika yang membutuhkan pemikiran kreatif. Kurang kemampuan ini disebabkan kurangnya kebiasaan yang membutuhkan pemikiran kreatif. Siswa dibiasakan untuk mengerjakan permasalahan rutin atau soal-soal pengaplikasian rumus yang terdapat di buku pelajaran atau di LKS. Sehingga apabila diberikan permasalahan yang membutuhkan pemikiran kreatif, siswa merasa kesulitan. Hal ini terlihat

jelas pada materi tabung. Pada saat siswa diminta membuat jaring- jaring tabung, siswa merasa kesulitan, dan hanya meniru model jaring-jaring tabung yang disajikan di buku. Siswa kesulitan dalam menentukan ukuran selimut tabung, akhirnya tidak terbentuk tabung yang sempurna.

Kreativitas dimulai dengan rasa ingin tahu yang melibatkan siswa dalam mengeksplorasi dan bereksperimen, meningkatkan imajinasi dan orisinalitas mereka (Vale and Barbosa, 2015). Kreativitas melibatkan pemikiran yang berbeda, penalaran yang lebih tinggi, yang menyoroti tiga indikator utama yaitu kelancaran, fleksibilitas, dan orisinalitas (kebaruan). Kelancaran adalah kemampuan untuk menghasilkan sejumlah besar solusi berbeda yang diperoleh siswa untuk tugas yang sama. Fleksibilitasnya adalah kemampuan untuk menghasilkan berbagai ide yang berbeda pada masalah yang sama, yang diatur dalam berbagai kategori. Orisinalitas adalah kemampuan untuk menciptakan ide-ide yang unik dibandingkan dengan siswa dalam kelompok yang sama (Vale dkk, 2012). Berikut ini adalah indikator kreativitas.

Tabel 1. Indikator Kreativitas

Pengertian	Perilaku Siswa
A. Berpikir Lancar	
1) Mencetuskan banyak gagasan, jawaban, penyelesaian atau jawaban.	1) Mengajukan banyak pertanyaan.
2) Selalu memikirkan lebih dari satu jawaban.	2) Menjawab dengan sejumlah jawaban jika ada pertanyaan.
	3) Mempunyai banyak gagasan mengenai suatu masalah.
	4) Lancar dalam menggunakan gagasannya
	5) Bekerja lebih cepat dan melakukan lebih banyak daripada siswa lain.
	6) Dengan cepat melihat kesalahan dan kelemahan dari suatu objek atau situasi.
Berpikir Fleksibel (Luwes)	
1) Menghasilkan gagasan, jawaban atau pertanyaan yang bervariasi.	1) Memberikan aneka ragam penggunaan yang tak lazim terhadap suatu objek.
2) Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda.	2) Memberikan macam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita atau masalah.
3) Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda.	3) Menerapkan suatu konsep atau asas dengan cara yang berbeda-beda
4) Mampu mengubah cara	

pendekatan atau pemikiran.	4) Memberikan pertimbangan atau mendiskusikan sesuatu 5) Selalu memiliki posisi yang berbeda atau bertentangan dengan mayoritas kelompok. 6) Jika diberi suatu masalah biasanya memikirkan macam-macam cara yang berbeda-beda untuk menyelesaikannya. 7) Menggolongkan hal-hal yang menurut pembagian atau kategori yang berbedabeda. 8) Mampu mengubah arah berpikir secara spontan.
Berpikir Orisinal 1) Mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik. 2) Memikirkan cara-cara yang tak lazim untuk mengungkapkan diri. 3) Mampu membuat kombinasi-kombinasi yang tak lazim dari bagian-bagian atau unsur-unsur.	1) Memikirkan masalah-masalah atau hal yang tak pernah terpikirkan orang lain. 2) Mempertanyakan cara-cara lama dan berusaha memikirkan cara-cara baru. 3) Memilih a-simetri dalam membuat gambar atau desain. 4) Mencari pendekatan baru dari <i>stereotype</i> . 5) Setelah mendengar atau membaca gagasan, bekerja untuk mendapatkan penyelesaian yang baru.

(Sumber: Mursidik dkk, 2014)

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data siswa kelas IX dengan populasi 38 siswa. Data yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua macam yakni: 1) Data Primer, yaitu sumber yang langsung memberi data kepada peneliti. Adapun yang menjadi sumber data primer dalam penelitian ini adalah informasi dari guru mata pelajaran matematika, dan hasil pekerjaan siswa. 2) Data Sekunder, yaitu data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti dari sumber yang sudah ada, seperti dokumentasi, jurnal, dan sumber buku. Subjek dalam penelitian ini berjumlah 3 siswa. Pengambilan subjek penelitian dilakukan secara acak. Pemilihan subjek penelitian berdasarkan kemampuannya, yaitu

Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Melalui Soal Open Ended pada Materi Bangun Tabung

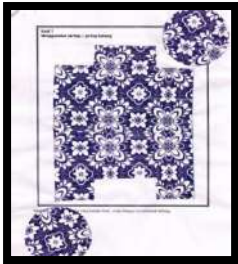
berkemampuan rendah, sedang, dan tinggi. Adapun hal yang digunakan peneliti dalam instrumen penelitian ini antara lain:

- a) Lembar pengamatan dalam penelitian ini berisi hasil pengamatan yang dilakukan peneliti terhadap siswa. Lembar pengamatan berisi tentang lembar validasi soal dan kisi-kisi indikator jawaban siswa.
- b) Lembar tes digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data mengenai kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi tabung. Tes yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk essay, dimana siswa diminta merancang jaring-jaring tabung. Materi yang dipakai dalam tes adalah menyelesaikan permasalahan yang terkait unsur-unsur dan sifat tabung.
- c) Peneliti menggunakan pengumpulan data sekunder dengan pedoman wawancara untuk mendapatkan data berupa informasi tentang kemampuan berpikir kreatif dalam mengerjakan soal tes yang diberikan. Pedoman wawancara berisi pertanyaan-pertanyaan yang ditanyakan peneliti untuk memperkuat hasil pengumpulan data. Pertanyaan yang disusun dan diajukan kepada siswa setelah selesai melakukan tes soal.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan validasi ke validator, instrumen penelitian berupa soal tes diberikan ke siswa untuk dikerjakan. Soal yang diberikan adalah siswa diminta untuk merancang jaring-jaring tabung dengan ukuran yang ditentukan oleh siswa. Berdasarkan hasil pekerjaan siswa, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pekerjaan Subjek Penelitian

Subjek	Hasil pekerjaan	Analisis
1		1) Subjek 1 dapat berpikir lancar, karena mempunyai banyak gagasan mengenai jaring-jaring tabung, lancar dalam menggunakan gagasannya, bekerja lebih cepat daripada siswa lain, dengan cepat melihat kesalahan dan kelemahan dari suatu objek atau situasi. Subjek 1 membuat jaring-jaring tabung dengan desain yang berbeda.

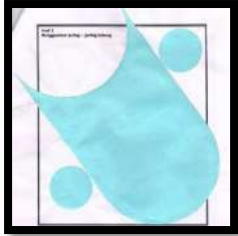
Pemilihan diameter sesuai dengan selimut tabung, sehingga apabila jaring-jaring tabung tersebut dirangkai maka didapat tabung dengan alas dan tutup tabung yang sesuai.

- 2) Subjek 1 dapat berpikir fleksibel karena menghasilkan gagasan, jawaban yang bervariasi dan dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda. Berdasarkan pengamatan, dalam membuat jaring-jaring tabung, subjek 1 merencanakan ukuran selimut tabung terlebih dahulu. Berdasarkan lebar selimut tabung, subjek 1 merencanakan diameter tabung, sehingga didapat tabung dengan tutup, alas dan selimut tabung yang sesuai.
- 3) Subjek 1 berpikir orisinal karena mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik, memikirkan masalah-masalah atau hal yang tak pernah terpikirkan orang lain dan memilih asimetri dalam membuat gambar atau desain.

2



- 1) Subjek 2 dapat berpikir lancar karena mempunyai gagasan lain dalam mendesain jaring-jaring tabung, lancar dalam menggunakan gagasannya. Tetapi subjek 2 dapat menerapkan konsep tentang tabung, sehingga didapat desain tabung dengan ukuran alas dan tutup tabung yang tidak sesuai dengan selimut tabung. Sehingga apabila dirangkai menjadi sebuah tabung, tabung tidak dapat menutup dengan sempurna.

		2) Subjek 2 berpikir orisinal karena mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik, dan berbeda dengan subjek lainnya.
3		1) Subjek 3 dapat berpikir orisinal karena mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik, dan berbeda dengan subjek lainnya. Tetapi subjek 3, tidak memahami konsep tabung, sehingga dalam merancang tutup dan alas tabung tidak sesuai dengan selimut tabung. Apabila dirangkai menjadi sebuah tabung, maka tidak dapat menjadi tabung yang tertutup rapat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi bangun tabung. Analisis kemampuan berpikir kreatif ini menggunakan indikator berpikir kreatif yaitu kelancaran, fleksibilitas dan orisinalitas (kebaruan). Untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa diperlukan soal-soal yang menantang siswa, misalkan soal *open ended* (Briggs & Davis dalam Damayanti & Sumardi, 2018). Salah satu soal *open ended* yang digunakan dalam penelitian ini adalah membuat atau mendesain jaring - jaring tabung. Dari hasil tes ketiga subjek penelitian didapatkan bahwa subjek membuat atau mendesain jaring-jaring tabung dengan beragam jawaban. Sehingga akan terlihat kemampuan berpikir kreatif siswa. Soal yang membutuhkan lebih dari satu jawaban (*open ended*) dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan berpikir kreatif siswa (Elly's dalam Nasution dkk, 2017). Hal ini sejalan Becker & Shimada (dalam Damayanti & Sumardi, 2018) yang menyatakan bahwa masalah dalam soal *open ended* dapat dirumuskan untuk mendapatkan jawaban yang benar. Aspek dalam *open ended* dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis; 1) proses penyelesaian masalah, yaitu masalah yang memiliki beberapa cara untuk dipecahkan, 2) hasilnya, bahwa ia memiliki banyak jawaban yang benar, dan 3)

pengembangan lebih lanjut, yaitu ketika siswa telah selesai sesuatu, maka mereka dapat mengembangkan masalah baru yang terkait dengan masalah sebelumnya

Berdasarkan hasil analisis kemampuan berpikir kreatif didapatkan bahwa subjek 1 mempunyai kemampuan dalam berpikir lancar, fleksibel dan orisinal. Sedangkan subjek 2 mempunyai kemampuan berpikir lancar dan orisinal. Subjek 3 mempunyai kemampuan berpikir orisinal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kemampuan berpikir kreatif siswa SMP melalui soal *open ended* pada materi bangun tabung didapatkan hasil:

1. Subjek 1 mempunyai kemampuan dalam berpikir lancar, fleksibel dan orisinal. Hal ini dikarenakan:
 - a. Subjek 1 dapat berpikir lancar, yaitu mempunyai banyak gagasan mengenai jaring-jaring tabung, lancar dalam menggunakan gagasannya, bekerja lebih cepat daripada siswa lain, dengan cepat melihat kesalahan dan kelemahan dari suatu objek atau situasi. Subjek 1 membuat jaring-jaring tabung dengan desain yang berbeda. Pemilihan diameter sesuai dengan selimut tabung, sehingga apabila jaring-jaring tabung tersebut dirangkai maka didapat tabung dengan alas dan tutup tabung yang sesuai.
 - b. Subjek 1 dapat berpikir fleksibel karena menghasilkan gagasan, jawaban yang bervariasi dan dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda. Berdasarkan pengamatan, dalam membuat jaring-jaring tabung, subjek 1 merencanakan ukuran selimut tabung terlebih dahulu. Berdasarkan lebar selimut tabung, subjek 1 merencanakan diameter tabung, sehingga didapat tabung dengan tutup, alas dan selimut tabung yang sesuai.
 - c. Subjek 1 berpikir orisinal karena mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik, memikirkan masalah-masalah atau hal yang tak pernah terpikirkan orang lain dan memilih a-simetri dalam membuat gambar atau desain.
2. Subjek 2 mempunyai kemampuan berpikir lancar dan orisinal. Hal ini dikarenakan:

Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Melalui Soal Open Ended pada Materi Bangun Tabung

- a. Subjek 2 dapat berpikir lancar karena mempunyai gagasan lain dalam mendesain jaring-jaring tabung, lancar dalam menggunakan gagasannya. Tetapi subjek 2 dapat menerapkan konsep tentang tabung, sehingga didapat desain tabung dengan ukuran alas dan tutup tabung yang tidak sesuai dengan selimut tabung. Sehingga apabila dirangkai menjadi sebuah tabung, tabung tidak dapat menutup dengan sempurna.
 - b. Subjek 2 berpikir orisinal karena mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik, dan berbeda dengan subjek lainnya.
3. Subjek 3 mempunyai kemampuan berpikir orisinal. Hal ini dikarenakan subjek 3 dapat mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik, dan berbeda dengan subjek lainnya. Akan tetapi, subjek 3 tidak memahami konsep tabung, sehingga dalam merancang tutup dan alas tabung tidak sesuai dengan selimut tabung. Apabila dirangkai menjadi sebuah tabung, maka tidak dapat menjadi tabung yang tertutup rapat.

DAFTAR PUSTAKA

- Chamberlin, S., & Moon, S. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37-47.
- Damayanti, H. T, Sumardi. (2018). Mathematical Creative Thinking Ability of Junior High School Students in Solving Open-Ended Problem. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 3(1), 36-45.
- Liljedahl, P. & Sriraman, B. (2006). Musings on Mathematical Creativity. *For The Learning of Mathematics*, 26(1), 20-23.
- Mann, E. (2006). Creativity: The Essence of Mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, 30(2), 236-260.
- Mursidik, M. E., Samsiyah, N., & Rudyanto, E. H. (2014). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SD dalam Memecahkan Masalah Matematika Open-Ended Ditinjau dari Tingkat Kemampuan Matematika. *Jurnal LPPM*, 2(1), 7-13.
- Nasution, T. K, Surya E., Asmin, & Sinaga, B. (2017). An Analysis of Student's Mathematical Creative Thinking Ability Senior High School on Geometry. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*, 3(2). 3860-3866.
- Nohda, N. (2000). *Teaching by Open-Approach Method in Japanese Mathematics Classroom*. In T. Nakahara & M. Koyama (Eds.), *Proceedings of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)*, 24(1), 39-55. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED466736.pdf>

- Sriraman, B. (2005). Are Giftedness and Creativity Synonyms in Mathematics?. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 20-36.
- Vale, Isabel, and Barbosa, A. (2015). Mathematics Creativity in Elementary Teacher Training. *Journal of the European Teacher Education*, 10. 101-109
- Vale, I., Pimentel, T., Cabrita, I., Barbosa, A. & Fonseca, L. 2012. *Pattern problem solving tasks as a mean to foster creativity in mathematics*. Tso, T. Y. (Ed), *Opportunities to learn in mathematics education*. Proceedings of the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, vol. 4, pp. 171-178. Taipei, Taiwan: PME

JARINGAN SARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* UNTUK PREDIKSI CURAH HUJAN DI WILAYAH KABUPATEN WONOSOBO

Ghufron Zaida Muflih¹, Sunardi², Anton Yudhana³

^{1, 2, 3}Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

Ghufron1807048002@webmail.uad.ac.id¹, sunardi@mti.uad.ac.id²,
eyudhana@mti.uad.ac.id³

ABSTRAK

Curah hujan merupakan gejala alam dan banyak bergantung dari banyak faktor serta menjadi bagian yang sangat penting bagi kehidupan di bumi. Air hujan merupakan sumber daya yang banyak dimanfaatkan oleh manusia. Keadaan iklim yang tidak menentu menyebabkan curah hujan menuju ke arah (*trend*) meningkat atau menurun. Jaringan saraf tiruan merupakan algoritma yang secara umum sangat baik dalam permasalahan pengenalan pola, bekerja dengan menirukan jaringan saraf manusia yang dapat menyimpan informasi-informasi dan membentuk sebuah tujuan dari sistem saraf tersebut. Penggunaan jaringan saraf tiruan sebagai prediksi curah hujan di wilayah Kabupaten Wonosobo menggunakan metode *backpropagation* untuk mengukur tingkat curah hujan yang turun dalam kurun waktu tertentu, menggunakan data curah hujan stasiun 24 Wanganaji tahun 2009-2011 sebagai pelatihan dan pengujian. Arsitektur jaringan saraf yang digunakan adalah 12-10-1, terdiri dari 12 nilai masukan data curah hujan 12 bulan, 10 neuron hidden layer dan 1 nilai keluaran data curah hujan bulan berikutnya, MSE yang diperoleh pada pelatihan 0.00099899 dicapai pada epoch yang ke 161, dengan koefisien koerelasi R yang dihasilkan sebesar 0.99205, MSE pada pengujian jaringan diperoleh dengan nilai 0.17042.

Kata kunci: *backpropagation*, curah hujan, jaringan saraf tiruan

ABSTRACT

Rainfall is a natural symptom and many depend on many factors and become a very important part of life on Earth. Rainwater is a resource that is widely utilized by humans. The uncertain climatic conditions cause the rainfall to lead to an increased or decreased trend. A synthetic neural network is a generally excellent algorithm in pattern recognition problems, working by imitating a human neural network that can store information and form a goal of the nervous system. Use of artificial neural network as a prediction of rainfall in Wonosobo Regency uses the backpropagation method to measure the rate of rainfall that falls for a certain period, using rainfall data of 24 Wanganaji station in 2009-2011 as training and testing. The neural network

architecture used is 12-10-1, consisting of 12 values of 12-month rainfall data input, 10 neurons hidden layers and 1 of the subsequent rainfall data output value of the month, MSE obtained in training 0.00099899 achieved in the epoch to 161, with a coefficients of R-generated coefficient of 0.99205, MSE on tissue testing obtained with a value of 0.17042.

Keywords: backpropagation, rainfall, artificial neural networks

PENDAHULUAN

Hujan berperan penting bagi kehidupan, curah hujan yang turun pada suatu wilayah dapat diprediksi namun tidak dapat ditentukan secara pasti, menggunakan data historis masa lampau untuk memprediksi besarnya curah hujan yang akan datang. Kriteria intensitas curah hujan di wilayah Indonesia antara lain ringan dengan curah hujan 1-5mm/jam, kategori sedang dengan curah hujan 5-10mm/jam, kategori lebat 10-20mm/jam dan kategori sangat lebat dengan curah hujan >20mm/jam(BMKG, 2010). Beberapa akibat jika curah hujan pada suatu wilayah dengan intensitas tinggi seperti banjir dan tanah longsor, serta bencana kekeringan karena intensitas hujan pada suatu wilayah sangat rendah.

Kabupaten Wonosobo merupakan wilayah dataran tinggi yang berada pada rentang 250 dpl - 2250 dpl dengan dominasi pada rentang 500 dpl - 1000 dpl 50% dari seluruh areal, dengan luas wilayah 98.468 hektar. Keadaan topografi berupa perbukitan dan pegunungan 56.37% kemiringan lereng antara 15-40%, kondisi klimatologi secara umum beriklim tropis dengan dua musim, hampir sepanjang tahun terjadi hujan dan hanya bulan september tidak terjadi hujan sama sekali, dengan kisaran curah hujan 1.660 – 4.049 mm/th, suhu udara rata-rata harian 14,3 -26,5 °C. Dengan kondisi tersebut sektor pertanian sangat dominan dalam perekonomian (Wonosobokab.go.id, 2014a). Curah hujan juga berpengaruh terhadap beberapa sektor meliputi pertanian, industri dan perdagangan. Banyak produk pertanian dan perkebunan di wilayah Wonosobo seperti kentang, ubi kayu, carica, teh, jagung dan tanaman pokok lain. Pada bidang industri seperti usaha batik, pengolahan tanaman pangan, usaha alat pertanian, serta produk lain di sektor kehutanan, pembangkit listrik mikro hidro, perikanan dan peternakan, sedangkan perdagangan pada nilai ekspor non migas yang berasal dari kabupaten Wonosobo dengan pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat dari tahun 2009-

2011 (Wonosobokab.go.id, 2014b). Pengamatan terhadap kondisi cuaca menjadi penting untuk menunjang berbagai kegiatan tersebut terutama curah hujan, sehingga dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang membutuhkan.

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun pada daerah tertentu dalam waktu tertentu, diukur dalam harian, bulanan dan tahunan dalam skala milimeter atau sentimeter serta dipengaruhi beberapa faktor antara lain, topografi, arah lereng medan, arah angin, serta kecepatan angin (Mukid & Sugito, 2013). Intensitas curah hujan dapat menjadi dasar dalam memperkirakan dampak hujan seperti bencana banjir, tanah longsor dan kekeringan. Selain bencana prediksi curah hujan juga bisa dimanfaatkan pada bidang pertanian, industri serta perdagangan atau perekonomian untuk mengambil langkah-langkah atau kebijakan terkait. Metode statistik untuk peramalan masih banyak digunakan hingga saat ini seperti *simple regression analysis*, *decomposition*, *exponential smoothing*, *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) dan *seasonal autoregressive integrated moving average* (SARIMA) (Haviluddin, Arifin, Kridalaksana, & Cahyadi, 2016).

Beberapa penelitian yang menggunakan jaringan saraf tiruan salah satunya adalah penerapan algoritma *backpropagation* serta menentukan tingkat akurasi berdasarkan MSE untuk memprediksi curah hujan harian (Dewi, Bahri, & Irwansyah, 2015). Penelitian lain, membuat sistem yang dapat melakukan peramalan dengan metode jaringan saraf tiruan *backpropagation* dengan *Artificial Bee Colony* untuk mengetahui tingkat kesalahan dari permasalahan curah hujan (Pradnyana, Soebroto, & Perdana, 2018). Penelitian selanjutnya menjelaskan proses prediksi curah hujan berdasarkan data sebelumnya serta diterapkan metode *backpropagation* untuk memprediksi curah hujan serta menguji curah hujan secara manual (Manalu, 2016), selanjutnya melakukan analisa data cuaca menggunakan algoritma jaringan saraf tiruan dengan menggunakan 14 variabel, dengan tujuan menyediakan informasi cuaca yang akurat sehingga dapat memberikan informasi sedini mungkin kepada pihak yang membutuhkan dalam penanganan permasalahan banjir (Yunita, 2015), pembangunan model jaringan saraf tiruan propagasi balik dengan data masukan parameter cuaca seperti suhu,

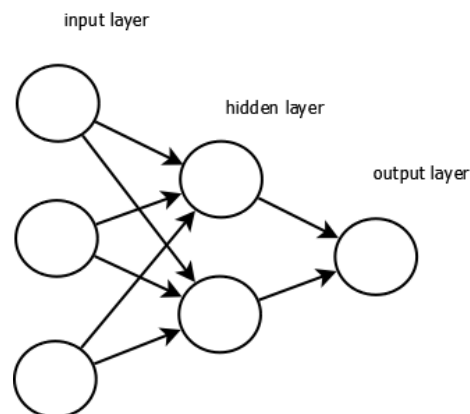
kelembaban udara, tekanan udara dan penguapan serta outputnya prediksi curah hujan, pembangunan model pada 3 skala waktu, bulanan, dasarian dan harian dengan konfigurasi yang berbeda pada setiap skala waktu untuk memaksimalkan kemampuan model (Rachmawati, 2015).

Pada penelitian ini menerapkan model dari algoritma *backpropagation* sebagai prediksi curah hujan bulanan di wilayah kabupaten Wonosobo untuk membantu memberikan informasi data curah hujan sebagai antisipasi terhadap bencana, menyediakan data curah hujan untuk wilayah yang tidak memiliki stasiun pengamatan atau alat pengukur curah serta pemanfaatan pada bidang pertanian dan industri atau bidang lain yang membutuhkan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data yang digunakan berupa data sekunder dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) stasiun pengamatan Wanganaji Wonosobo mulai tahun 2009 sampai dengan 2011. Dalam melakukan pelatihan dan pengolahan data jumlah curah hujan, perangkat lunak yang digunakan dalam pengujian data dan proses penentuan jumlah curah hujan pada bulan berikutnya adalah perangkat lunak Matlab R2018a.

Perancangan arsitektur jaringan saraf tiruan yang disusun sedemikian rupa sesuai dengan algoritma pembelajaran yang dipilih, menggunakan algoritma pembelajaran *backpropagation* dengan model jaringan yang terdiri dari lapisan masukan atau *input layer*, lapisan tersembunyi atau *hidden layer* dan keluaran atau *output layer*. Desain jaringan saraf tiruan ditunjukkan pada Gambar 1.

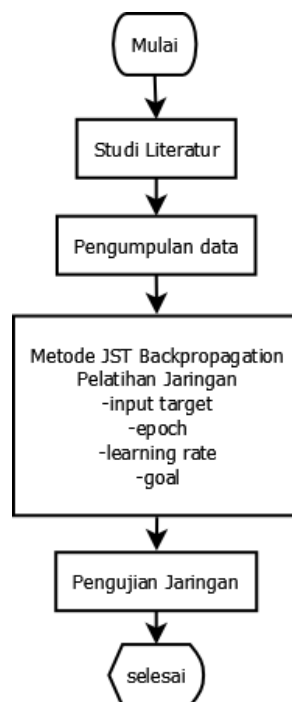


Gambar 1. Desain Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Metode jaringan saraf tiruan *backpropagation*, merupakan algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat *error* dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan output dan target yang akan dicapai. Arsitektur *backpropagation* terdiri dari tiga *layer* dalam proses pembelajarannya, yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer* (Sutawinaya, Astawa, & Hariyanti, 2017). Metode pelatihan jaringan saraf tiruan *backpropagation* merupakan pelatihan yang terawasi dan dilakukan dengan mengubah parameter-parameter fungsi pelatihan sehingga diperoleh parameter jaringan yang mampu mengoptimalkan kerja jaringan (Oktavianingsih, Muliadi, & Apriyansyah, 2018), Pelatihan *backpropagation* meliputi dua fase (Manalu, 2016), yaitu:

1. Fase pertama, fase maju dengan menghitung pola maju mulai dari *input layer* hingga *hidden layer* menggunakan aktivasi yang ditentukan.
2. Fase kedua, fase mundur dimana selisih keluaran dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi, kesalahan di propagasi mundur dari garis yang berhubungan langsung dengan unit unit dilayar keluaran.

Rancangan penelitian terdiri dari beberapa tahapan, yaitu studi literatur, pengumpulan data, metode JST *backpropagation*, pelatihan jaringan, dan pengujian. Alir penelitian seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Persiapan awal penelitian dengan mengambil data curah hujan dan persiapan perangkat lunak untuk pengolahan data, serta untuk meningkatkan keakuratan dari hasil penelitian dengan mencari literatur untuk mempelajari penelitian terkait yang dapat dijadikan acuan sebagai landasan penelitian. Data yang digunakan sebagai masukan adalah data curah hujan dari tahun 2009 sampai 2011, variabel tersebut digunakan untuk pelatihan pada jaringan dan juga sebagai data uji.

Langkah pembelajaran sebagai berikut:

Langkah 0. Inisiasi bobot (tetapkan dengan nilai acak kecil)

Langkah 1. Selama syarat kondisi false kerjakan langkah 2-9

Langkah 2. Untuk setiap pasangan yang akan dilakukan pembelajaran, kerjakan langkah 3-8

Fase maju

Langkah 3. Setiap unit input ($x_i, i=1,1, \dots, n$) menerima sinyal dan meneruskan sinyal ke semua unit pada lapisan tersembunyi

Langkah 4. Setiap unit tersembunyi ($z_j, j=1,2,\dots,p$) menjumlahkan bobot sinyal input dengan persamaan berikut:

$$z_in_j = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

Hitung sinyal output dengan fungsi aktivasinya

$$z_j = f(z_in_j) \quad (2)$$

Kirimkan sinyal ini ke semua unit pada lapisan output.

Langkah 5. Setiap unit output ($y_k, k=1,2,\dots,m$) menjumlahkan input terbobotnya

$$z_in_k = v_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j v_{jk} \quad (3)$$

Hitung sinyal output dengan fungsi aktivasinya

$$y_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k) \quad (4)$$

Fase mundur

Langkah 6. Setiap unit output ($y_k, k=1, \dots, m$) menerima pola target sesuai dengan pola input pelatihan, kemudian hitung error seperti persamaan

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k) \quad (5)$$

Hitung suku koreksi bobot (digunakan untuk perbaruan w_{jk}),

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (6)$$

Hitung suku koreksi bias (digunakan untuk perbaruan w_{ok}),

$$\Delta w_{ok} = \alpha \delta_k \quad (7)$$

Kirimkan δ_k ke unit-unit dilapis bawahnya

Langkah 7. Setiap unit tersembunyi ($z_j, j = 1, \dots, p$) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada pada lapis diatasnya)

$$\delta_in_j = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (8)$$

Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Wonosobo

Hitung suku informasi error,

$$\delta_j = \delta_{n_j} f'(z_{n_j}) \quad (9)$$

Hitung suku koreksi bobot (untuk perbaruan v_{ij})

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (10)$$

Hitung suku koreksi bias (untuk perbaruan v_{oj}),

$$\Delta v_{oj} = \alpha \delta_j \quad (11)$$

Perbaruan bobot dan bias

Langkah 7. Setiap unit output (y_k , $k=1, \dots, m$) perbarui bobot-bobot dan biasnya:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (12)$$

Langkah 8. Setiap unit tersembunyi (z_j , $j=1, \dots, p$) perbarui bobot-bobot dan biasnya ($i=0, \dots, n$):

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (13)$$

Langkah 9. Uji syarat berhenti

- Fungsi aktivasi sigmoid

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

$$f'(x) = f(x)[1 - f(x)]$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian memprediksi curah hujan bulanan di wilayah kabupaten Wonosobo, data yang digunakan sebagai pelatihan dan pengujian adalah data curah hujan selama tiga tahun, yaitu tahun 2009-2011, sumber data berasal dari stasiun pengamatan Wanganaji Kabupaten Wonosobo. Data curah hujan selama tiga tahun diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Selama 3 Tahun

Tahun	Januari	Pebruari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2009	674	737	769	277	853	178	8	0	21	285	620	479	4901	224
2010	903	741	919	944	630	315	236	548	519	612	516	434	7317	293
2011	203	308	605	691	0	106	73	20	8	96	516	781	3407	172

Sumber: bps jateng.go.id

Data curah hujan setelah di normalisasi terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Curah Hujan Setelah Normalisasi

tahun	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
2009	0.7321	0.7912	0.8212	0.3598	0.9	0.2669	0.1075	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492
2010	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237
2011	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1	0.2086	0.1748	0.1205	0.1082	0.1983	0.6286	0.9

Data yang digunakan untuk pelatihan jaringan menggunakan data curah hujan pada bulan ke 1 hingga bulan ke 24, sedangkan untuk pengujian jaringan menggunakan data curah hujan pada bulan ke 13 sampai dengan bulan ke 36.

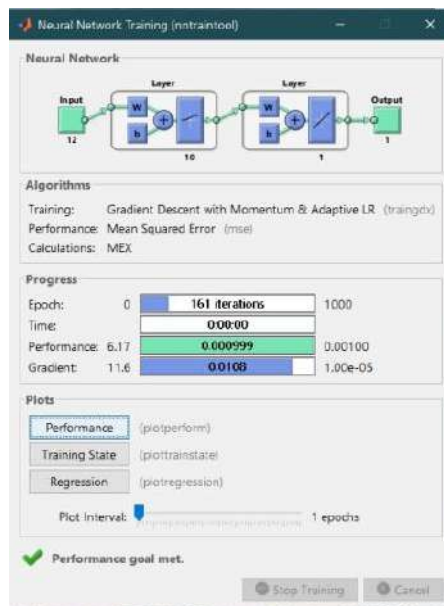
Tabel 3. Data Pelatihan Jaringan

pola	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	target
1	0.7321	0.7912	0.8212	0.3598	0.9	0.2669	0.1075	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537
2	0.7912	0.8212	0.3598	0.9	0.2669	0.1075	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706
3	0.8212	0.3598	0.9	0.2669	0.1075	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718
4	0.3598	0.9	0.2669	0.1075	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9
5	0.9	0.2669	0.1075	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452
6	0.2669	0.1075	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893
7	0.1075	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1
8	0.1	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525
9	0.1197	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198
10	0.3673	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249
11	0.6815	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164
12	0.5492	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237

Tabel 4. Data Pengujian Jaringan

pola	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	target
1	0.8537	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079
2	0.6706	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155
3	0.8718	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197
4	0.9	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078
5	0.5452	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1
6	0.1893	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1	0.2086
7	0.1	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1	0.2086	0.1748
8	0.4525	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1	0.2086	0.1748	0.1205
9	0.4198	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1	0.2086	0.1748	0.1205	0.1082
10	0.5249	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1	0.2086	0.1748	0.1205	0.1082	0.1983
11	0.4164	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1	0.2086	0.1748	0.1205	0.1082	0.1983	0.6286
12	0.3237	0.3079	0.4155	0.7197	0.8078	0.1	0.2086	0.1748	0.1205	0.1082	0.1983	0.6286	0.9

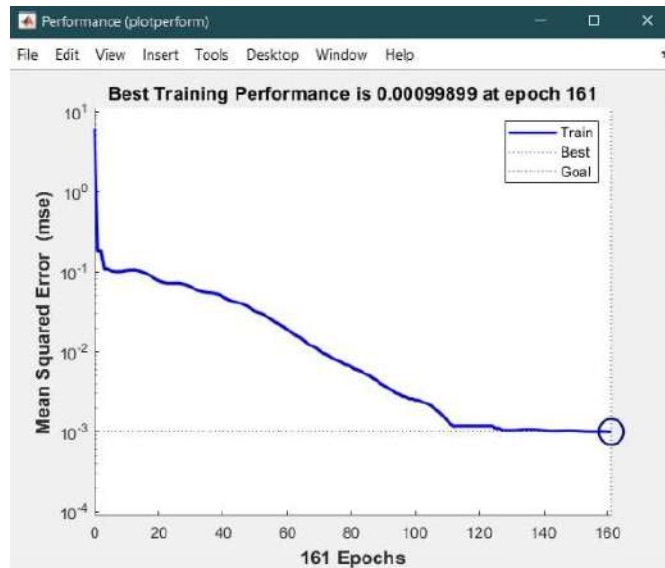
Data pelatihan dan pengujian jaringan yang telah disiapkan pada Tabel 3 dan 4 untuk pengolahan kedalam software Matlab, dilakukan pemrograman untuk melakukan pelatihan jaringan. Menggunakan arsitektur jaringan saraf 12-10-1, terdiri dari 12 nilai masukan data curah hujan selama satu tahun atau 12 bulan, 10 neuron pada *hidden* layer, dan 1 nilai keluaran data curah hujan pada bulan berikutnya ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pelatihan Jaringan dengan Matlab

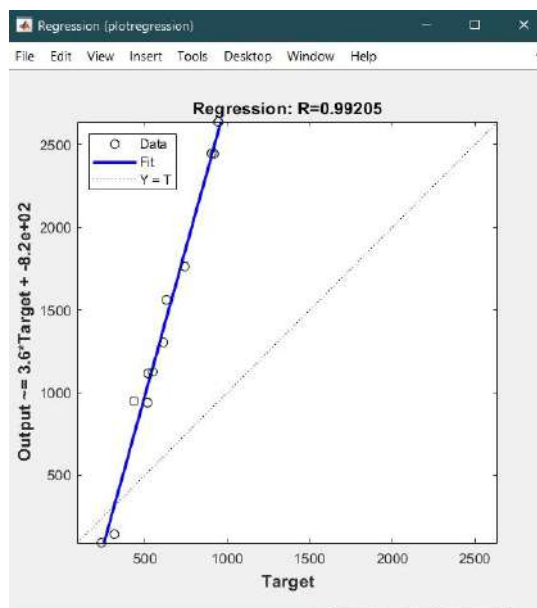
Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Prediksi Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Wonosobo

Pada tahap pelatihan *error goal* atau MSE sebesar 0.00099899 dicapai pada *epoch* yang ke 161 seperti pada Gambar 4.



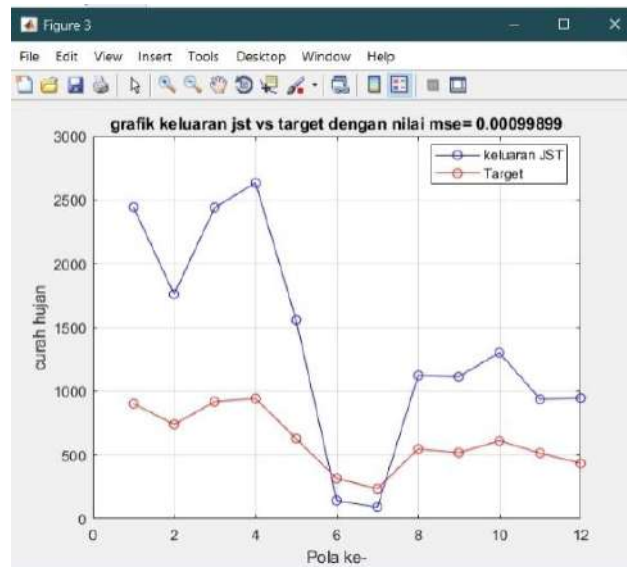
Gambar 4. Training Performance

Koefisien korelasi R yang dihasilkan adalah sebesar 0.99205, ditampilkan pada Gambar 5.



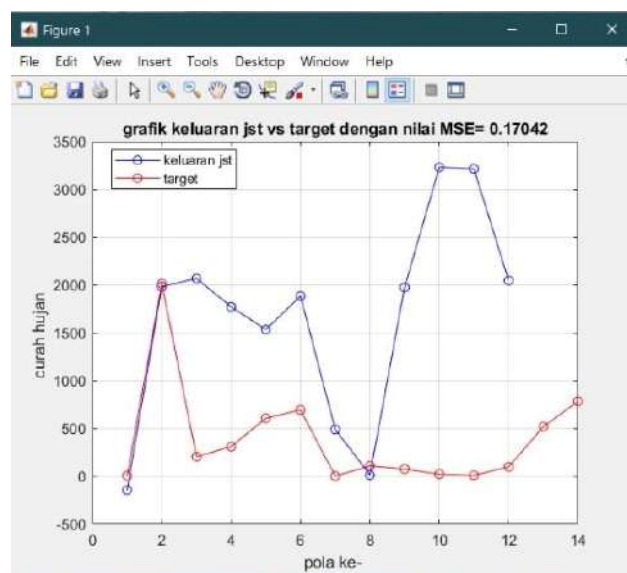
Gambar 5. Koefisien relasi

Hasil perbandingan keluaran jaringan saraf tiruan prediksi curah hujan dengan target data curah hujan sebenarnya seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil perbandingan

Berdasarkan nilai koefisien korelasi dan nilai *mean square error* yang diperoleh pada proses pelatihan tersebut, jaringan saraf tiruan dapat memprediksi curah hujan, pada tahap pengujian jaringan nilai MSE yang dihasilkan pada proses pengujian menunjukkan bahwa jaringan saraf tiruan *backpropagation* cukup baik memprediksi curah hujan, performansi jaringan dapat ditingkatkan performasinya dengan memperbanyak data latih serta mengubah parameter yang mempengaruhi performansi seperti *error goal*, jumlah *epoch*, arsitektur jaringan serta jenis fungsi aktivasi. MSE yang diperoleh pada pengujian jaringan dengan nilai 0.17042, ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian Jaringan

SIMPULAN

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan yaitu semakin banyak jumlah lapisan tersembunyi pada suatu jaringan tiruan maka semakin bagus hasil prediksi yang dihasilkan, pada pengujian dengan lapisan 10 tersembunyi memiliki akurasi yang cukup baik untuk peramalan curah hujan, jumlah lapisan tersembunyi yang berbeda jumlah iterasi juga berbeda, jumlah lapisan tersembunyi yang lebih besar tidak selalu menyebabkan iterasi meningkat, peningkatan performansi jaringan dengan memperbanyak data latih dan mengubah parameter yang mempengaruhi performansi, seperti jumlah epoch, error goal serta arsitektur jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. (2010). *Kondisi Cuaca Ekstrem dan Iklim Tahun 2010-2011*. Jakarta. Retrieved from http://data.bmkg.go.id/Share/Dokumen/press_release_kondisi_cuaca_ekstrem_dan_iklim_tahun_2010-2011.pdf
- Dewi, K. N. A., Bahri, S., & Irwansyah. (2015). Model Prediksi Curah Hujan Harian Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Eigen Mathematics Journal*, 1-5.
- Haviluddin, Arifin, Z., Kridalaksana, A. H., & Cahyadi, D. (2016). Prediksi Kedatangan Turis Asing ke Indonesia Menggunakan Backpropagation Neural Networks. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 4(4), 485-490. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.4.4.2016.485-490>
- Manalu, M. T. P. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Curah Hujan Sumatera Utara dengan Metode Backpropagation(studi kasus:BMKG Medan). *Jurnal Riset Komputer*, 3(1), 35-40.
- Mukid, M. A., & Sugito. (2013). Model Prediksi Curah Hujan Dengan Pendekatan Regresi Proses Gaussian. *Universitas Diponegoro*, 6, 113-122.
- Oktavianingsih, I., Muliadi, & Apriyansyah. (2018). Estimasi Curah Hujan di Kota Pontianak Menggunakan Metode Propagasi Balik Berdasarkan Parameter Cuaca dan Suhu Permukaan Laut. *Prisma Fisika*, VI(2), 89-93.
- Pradnyana, I. P. B. A., Soebroto, A. A., & Perdana, R. S. (2018). Peramalan Curah Hujan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Optimasi Algoritma Bee Colony. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(February), 3624-3631.
- Rachmawati, A. (2015). Prediksi Curah Hujan Di Kota Pontianak Menggunakan Parameter Cuaca Sebagai Prediktor Pada Skala Bulanan, Dasarian dan Harian. *Positron*, V(2), 50-57.
- Sutawinaya, I. P., Astawa, I. N. G. A., & Hariyanti, N. K. D. (2017). Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan Pada Peramalan Curah Hujan. *Jurnal Logic*, 17(2), 92-97.
- Wonosobokab.go.id. (2014a). Geografis Kabupaten Wonosobo. Retrieved June 14, 2019, from <https://wonosobokab.go.id/website/index.php/2014-02-01-04-40-52/selayang-pandang/geografis-kabupaten-wonosobo>

- Wonosobokab.go.id. (2014b). Potensi Daerah Kabupaten Wonosobo. Retrieved from <https://wonosobokab.go.id/website/index.php/rpjmd/itemlist/category/10-potensi-daerah>
- Yunita. (2015). Prediksi Cuaca Menggunakan Metode Neural Network. *Paradigma*, XVII(2), 47-53.

**IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE
JIGSAW DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN ACTIVE
LEARNING PADA MATERI BANGUN DATAR**

Sukiyanto

STIT Al-Fatah Siman Lamongan
sukiyanto@stitalf.ac.id

ABSTRAK

Jenis penelitian ini adalah deskriptif, karena dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana hasil aktivitas guru dalam mengelola pembelajaran, aktivitas siswa selama pembelajaran, respon siswa terhadap pembelajaran dan hasil belajar siswa setelah mengikuti pembelajaran. Penelitian ini dilakukan di SMA Unggulan BPPT Al-Fatah Lamongan. Subjek penelitian adalah siswa dikelas X MIPA-III pada tahun pelajaran 2018/2019 yang berjumlah 24 siswa. Teknik pengumpulan data menggunakan tiga jenis instrumen, yaitu: 1) Lembar observasi; 2) Angket; dan 3) Tes hasil belajar. Analisis data yang akan diperoleh dalam penelitian ini ada dua, yaitu : 1) Data kuantitatif, berupa skor tes hasil belajar; dan 2) Data kualitatif, berupa hasil lembar observasi dan angket. Data yang diperoleh kemudian dikumpulkan dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran terlaksana dengan sangat baik dengan mencapai skor 3,19 (2) Siswa aktif ketika pembelajaran berlangsung. Hasil pengamatan aktivitas siswa diperoleh aktivitas siswa aktif mencapai 96%, sedangkan aktivitas siswa tidak aktif mencapai 4% (3) Respon siswa terhadap pembelajaran sangat positif. Dari hasil angket respon siswa diperoleh 87,55% siswa menjawab senang dan tidak senang diperoleh 12,55%, siswa menjawab baru 88,09 %, dan 11,9% siswa menjawab tidak baru, siswa menjawab setuju 88,50% dan tidak setuju 12,50%. (4) Hasil belajar siswa dengan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dapat dikatakan efektif. Hal ini dapat dilihat dari nilai hasil persentase ketuntasan belajar siswa secara individu 77% siswa tuntas dan 23% siswa tidak tuntas. Sedangkan secara klasikal ketuntasan belajar siswa mencapai 76,81% karena terdapat 3 siswa yang mendapat nilai < 75.

Kata kunci: model pembelajaran tipe *jigsaw*, *active learning*, bangun datar.

ABSTRACT

This type of research is descriptive, because in this study was conducted to find out how the results of teacher activities in managing learning, student activities during learning, student responses to learning and student learning outcomes after learning. This research was conducted in

the Superior High School of BPPT Al-Fattah Lamongan. The research subjects were students in class X MIPA-III in the 2018/2019 school year which amounted to 24 students. Data collection techniques use three types of instruments, namely: 1) observation sheet; 2) Questionnaire; and 3) Test of learning outcomes. There are two data analyzes to be obtained in this study, namely: 1) Quantitative data, in the form of learning outcomes test scores; and 2) Qualitative data, in the form of results of observation sheets and questionnaires. The data obtained were then collected and analyzed descriptively. The results of the study show that: (1) The teacher's ability to manage learning is done very well by achieving a score of 3.19 (2) Students are active when learning takes place. The results of observations of student activities obtained active student activities reached 96%, while the activities of inactive students reached 4%. (3) Student responses to learning are very positive. From the results of student questionnaire responses obtained 87.55% of students answered happy and unhappy obtained 12.55%, students answered only 88.09%, and 11.9% of students answered no new, students answered agreed 88.50% and did not agree 12.50%. (4) Student learning outcomes with the jigsaw type cooperative learning model can be said to be effective. This can be seen from the results of the percentage of student learning completeness individually. 77% of students complete and 23% of students do not complete. While classically students' mastery learning reaches 76.81% because there are 3 students who get a value of <75 .

Keywords: jigsaw learning model type, active learning, two-dimensional figure

PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu universal yang berperan penting dalam berbagai disiplin ilmu, dan mengembangkan daya pikir manusia (Masykur, 2007). Besarnya peranan tersebut, menjadikan matematika sebagai mata pelajaran wajib di sekolah, dan perlunya penguasaan konsep yang kuat sejak dini, serta dapat menumbuhkan kemampuan siswa dalam berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif dan bekerja sama secara efektif (Hardini, 2012) dengan tujuan agar siswa dapat memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, memanfaatkan informasi dan kompetitif (Rusiyanti, 2011). Namun, sebagian besar siswa masih saja menganggap matematika sebagai mata pelajaran yang tidak menyenangkan, serta materinya yang terkesan sulit dan abstrak untuk dipahami (Yanto, 2018). Hal inilah yang berpotensi menjadi penyebab utama kesulitan belajar mereka.

Proses pembelajaran yang terjadi selama ini banyak guru yang menggunakan pembelajaran konvensional, yaitu model pembelajaran yang mengutamakan guru sebagai sumber informasi sedangkan siswa hanya sebagai

Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dengan Menggunakan Pendekatan Active Learning pada Materi Bangun Datar

penerima informasi yang mengakibatkan aktivitas berpusat pada guru (In'am, 2012). Khususnya pembelajaran matematika cenderung monoton dan tidak menarik, karena proses belajar mengajar yang lebih aktif adalah guru, sedangkan siswa pada umumnya cenderung pasif hanya menerima informasi yang diberikan oleh guru, siswa lebih banyak mendengar, menulis apa yang di informasikan oleh guru dan mengerjakan soal latihan. Sehingga dampak yang diperoleh pencapaian hasil ujian matematika di Indonesia termasuk kategori rendah, hal ini dapat dilihat dari perolehan hasil ujian yang dilaksanakan secara Nasional yang disebut dengan Nilai Ebtanas Murni (NEM).

Bangun datar adalah bangun dua dimensi yang tidak memiliki ruang tetapi hanya sebuah bidang. Metode pembelajaran matematika untuk materi bangun datar, pada umumnya guru hanya memberi informasi, menggambarkan contoh-contoh bentuk bangun di papan tulis, siswa mencontoh gambar yang dicontohkan oleh guru untuk digambar di buku siswa. Berdasarkan hasil observasi awal diperoleh bahwa prestasi belajar matematika dalam hal ini kemampuan pemahaman konsep siswa rendah. Hal itu dapat dilihat dari nilai rata-rata kelas pada ulangan harian matematika siswa yang diperoleh hanya mencapai 73,50 tentang materi bangun datar. Sedangkan Kriteria Ketuntasan Minimal mata pelajaran matematika yang dibuat oleh guru adalah 75. Penyebab rendahnya nilai matematika materi bangun datar tersebut, salah satu faktornya yaitu metode pembelajaran kurang tepat, minimnya media dalam pembelajaran dikelas, motivasi belajar siswa rendah, kurangnya perhatian siswa saat pelajaran berlangsung. Selain itu, guru masih mendominasi pelaksanaan pembelajaran matematika, dimana guru masih berperan sebagai sumber utama sekaligus faktor dalam pembelajaran. Sementara siswa hanya pasif mendengarkan kurang mandiri, sehingga siswa hanya menjadi robot penerima informasi tanpa dapat mengeksplorasi lebih dalam informasi yang sebenarnya sudah diperoleh siswa dari lingkungan sekitarnya.

Salah satu upaya untuk merubah kondisi tersebut adalah melalui model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning*. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Safrina, dkk (2014) bahwa model

pembelajaran kooperatif merupakan pembelajaran dimana siswa dari level kemampuan yang berbeda bekerja bersama dalam kelompok-kelompok kecil untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sedangkan Menurut Lie (2002), pembelajaran kooperatif dapat mencapai hasil yang maksimal apabila menerapkan lima unsur pembelajaran kooperatif, yaitu saling ketergantungan positif, tanggung jawab perseorangan, tatap muka, komunikasi antar anggota dan evaluasi proses kelompok.

Pembelajaran kooperatif merupakan model pembelajaran dengan pendekatan konstruktivis (Nur & Wikandari, 1999). Dimana dalam pembelajaran ini menekankan aspek sosial. Melalui belajar secara berkelompok siswa dapat berinteraksi dan belajar menghormati pendapat siswa lain. Mereka dapat berbagi ilmu pengetahuan dan pengalaman dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang ia hadapi. Ada beberapa tipe pembelajaran kooperatif yaitu: 1). *Student Teams Achievement Division* (STAD); 2) *Team Game Turnament* (TGT); 3) *Team Assisted Individualization* (TAI); 4) *Cooperative Integrated Reading and Composition* (CIRC); 5) *Group Investigation*; 6) *Jigsaw*; dan 7) *Learning Together* (Slavin, 2015).

Salah satu model pembelajaran kooperatif yaitu tipe *jigsaw* dikembangkan oleh Aronson, dkk (Lie, 2002). Dalam teknik ini guru harus memperhatikan pengetahuan juga pengalaman siswa dan membantu siswa mengaktifkan pengetahuan dan pengalaman itu agar bahan bahan pelajaran menjadi lebih bermakna. Siswa juga harus bekerja sama dengan siswa lain dalam suasana berdiskusi dan mempunyai banyak kesempatan untuk mengolah informasi dan meningkatkan ketrampilan berkomunikasi (Lie, 2002).

Pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* merupakan salah satu tipe pembelajaran kooperatif yang mendorong siswa aktif dan saling membantu dalam menguasai materi pelajaran untuk mencapai prestasi yang maksimal. Dengan aktivitas yang dilakukan siswa, pembelajaran kooperatif menjadi relevan pula untuk digunakan dalam meningkatkan kerjasama siswa dalam kelompok (Lie, 2002). Dalam model belajar ini terdapat tahap-tahap dalam penyelenggaraannya. Tahap pertama siswa dikelompokkan dalam bentuk kelompok-kelompok kecil. Pembentukan kelompok-kelompok siswa tersebut dapat dilakukan guru

Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dengan Menggunakan Pendekatan Active Learning pada Materi Bangun Datar

berdasarkan pertimbangan tertentu (Isjoni, 2007), yaitu berdasarkan perbedaan kemampuan akademik, keaktifan siswa dan gender.

Langkah-langkah dalam model pembelajaran kooperatif tipe *Jigsaw* adalah sebagai berikut: a) Siswa dikelompokkan ke dalam 4 anggota tim; b) Tiap orang dalam tim diberi bagian materi yang berbeda; c) Tiap orang dalam tim diberi bagian materi yang ditugaskan; d) Anggota dari tim yang berbeda yang telah mempelajari bagian subbab yang sama bertemu dalam kelompok baru (kelompok ahli) untuk mendiskusikan subbab mereka; e) Setelah selesai diskusi sebagai tim ahli tiap anggota kembali ke kelompok asal dan bergantian mengajar teman satu tim mereka tentang sub bab yang mereka kuasai dan tiap anggota lainnya mendengarkan dengan sungguh-sungguh (Slavin, 2015).

Pembelajaran *active learning* merupakan proses pembelajaran yang tidak hanya didasarkan pada proses mendengarkan dan mencatat. Menurut Bonwell dan Eison (1991) berpendapat bahwa pembelajaran *active learning* adalah aktivitas intruksional yang melibatkan siswa dalam melakukan sesuatu dan berpikir tentang apa yang mereka lakukan. Sedangkan menurut Simons (1997) pembelajaran *active learning* memiliki dua jenis, yaitu pembelajaran mandiri (*independent learning*) dan bekerja secara aktif (*active working*). *Independent learning* merujuk pada keterlibatan siswa pada pembuatan keputusan tentang proses pembelajaran yang akan dilakukan. *Active working* merujuk pada situasi dimana pembelajar atau siswa ditantang untuk menggunakan kemampuan mentalnya saat melakukan pembelajaran. Dengan kata lain, bahwa pembelajaran pada dasarnya adalah pencarian secara aktif pengetahuan dan setiap orang belajar dengan cara yang berbeda.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dikatakan bahwa pembelajaran *active learning* pada prinsipnya merupakan model pembelajaran yang sangat menekankan aktifitas dan partisipasi peserta didik dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, peran pendidik dalam model pembelajaran ini tidak dominan menguasai proses pembelajaran, melainkan lebih berperan untuk memberikan kemudahan (fasilitator) dengan merangsang peserta didik untuk selalu aktif dalam segi fisik, mental, emosional, sosial, dan sebagainya.

Tujuan dari pembelajaran matematika Sekolah Menengah Atas adalah untuk membantu siswa mempersiapkan diri agar sanggup menghadapi perubahan di dalam kehidupan dan didunia yang selalu berkembang, melalui latihan keterampilan bertindak atas dasar pemikiran secara logis, rasional dan kritis, serta mempersiapkan siswa agar dapat mempergunakan matematika dan pola pikir matematika dalam kehidupan sehari-hari dan dapat mempelajari berbagai ilmu pengetahuan pada bidang nya masing-masing (Sriyanto, 2007).

Melihat tujuan pembelajaran matematika di Sekolah Menengah Atas dan betapa pentingnya model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dan pendekatan *active learning* maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Implementasi model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* pada materi bangun datar”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah menggunakan penelitian deskriptif, dimana penelitian ini akan memberikan gambaran tentang aktivitas guru dan siswa selama kegiatan belajar mengajar, gambaran tentang respon siswa dan hasil belajar siswa setelah mengikuti pelaksanaan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* pada materi bangun datar.

Penelitian ini di SMA Unggulan BPPT Al-Fattah Lamongan. Peneliti memilih subjek siswa yang duduk dikelas X MIPA-III pada tahun pelajaran 2018/2019 yang berjumlah 24 siswa. Teknik pengumpulan data menggunakan tiga jenis instrumen, yaitu: 1) Lembar observasi; 2) Angket; dan 3) Tes hasil belajar. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

Analisis data yang akan diperoleh dalam penelitian ini ada dua, yaitu: 1) Data kuantitatif, berupa skor tes hasil belajar; dan 2) Data kualitatif, berupa hasil lembar observasi dan angket. Data yang diperoleh kemudian dikumpulkan dan dianalisis secara deskriptif.

1) Lembar Observasi

Data yang diperoleh dalam penelitian ini ada 2 macam, yang pertama data kuantitatif berupa skor tes, dan data kualitatif berupa hasil observasi dan angket

**Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dengan Menggunakan Pendekatan
Active Learning pada Materi Bangun Datar**

yang diperoleh kemudian dikumpulkan dan dianalisis secara deskriptif. Data tersebut meliputi:

- a. Data kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran kooperatif *jigsaw* dengan pendekatan *active learning*, selama 2 kali pertemuan dengan kriteria penilaian sebagai berikut : 1 = kurang baik; 2 = cukup baik; 3 = baik; dan 4 = sangat baik. Kemudian dicari rata-rata nilai untuk lima aspek yang diamati yaitu: 1) Pendahuluan; 2) Kegiatan inti; dan 3) Penutup.

Rata-rata nilai tersebut dikoneksikan dengan kriteria pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Penilaian Guru dalam Mengelola Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Jigsaw*

No	Kriteria	Kategori
1.	$3 \leq KGM < 4$	Sangat baik
2.	$2 \leq KGM < 3$	Baik
3.	$1 \leq KGM < 2$	Cukup
4.	$0 \leq KGM < 1$	Jelek/Kurang

Sumber: (Kustianingsih, 2004)

Keterangan:

KGM = Kemampuan guru mengelola pembelajaran

- b. Data aktivitas siswa selama mengikuti proses pembelajaran dengan kooperatif *jigsaw* dengan pendekatan *active learning* pada materi bangun datar

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah frekwensi tiap aktivitas yang muncul}}{\text{Jumlah aktivitas keseluruhan}} \times 100\%$$

(Sugiyono, 2014)

Klasifikasi aktivitas siswa dibagi dalam dua bagian yaitu:

1. Aktivitas aktif, meliputi: membaca buku siswa/lembar ahli, berdiskusi antar siswa, berdiskusi/bertanya antara siswa dengan guru, menulis yang relevan dengan KBM, menjawab pertanyaan, mempresentasikan jawaban, mendengarkan/memperhatikan penjelasan guru.
2. Aktivitas tidak aktif, meliputi: aktivitas yang tidak relevan dengan KBM (seperti mengantuk, mengganggu teman, melamun dan keluar tanpa izin).

Selanjutnya dari pertemuan ke satu dan ke dua diambil rata-rata. Aktivitas siswa dapat dikategorikan aktif jika jumlah rata-rata persentase aktivitas aktif lebih besar dari jumlah rata-rata persentase aktivitas tidak aktif.

2) Angket

Angket didapat dari siswa yang berisikan terkait dengan tanggapan siswa terkait dengan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning*. Sedangkan cara menganalisis angket menggunakan rumus persentase sebagai berikut (Lince, 2001):

$$\text{Persentase Jawaban Responden} = \frac{\sum \text{Jawaban Responden}}{\sum \text{Responden}} \times 100\%$$

Respon siswa dikatakan baik apabila rata-rata persentase jawaban dari tanggapan siswa yang senang/baru/setuju minimal mendapatkan nilai 80 atau memperoleh nilai $\geq 80\%$.

3) Tes Hasil Belajar

Data tes yang dianalisis adalah hasil tes akhir, yaitu hasil belajar siswa setelah mengikuti model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning*. Sesuai dengan Kriteria Ketuntasan Minimum Siswa untuk mata pelajaran matematika di SMA Unggulan BPPT Al-Fattah Lamongan, seorang siswa dapat dikatakan tuntas dalam belajar apabila memperoleh nilai minimal 75 atau memperoleh nilai $\geq 75\%$, dengan menggunakan perhitungan rumus persentase sebagai berikut (Sugiyono, 2014):

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor pemerolehan siswa}}{\text{Skor maksimum ideal}} \times 100\%$$

Adapun Instrumen dalam penelitian ini diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Aktivitas Guru dalam Mengelola Model Pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw*

No	Kegiatan	Aspek yang diamati
1.	Pendahuluan	Apersepsi Menyampaikan tujuan pembelajaran Menjelaskan langkah-langkah pembelajaran kooperatif dengan tipe <i>jigsaw</i> . Menguasai media dalam pembelajaran Memotivasi siswa Mengkaitkan pembelajaran dengan pengetahuan yang dimilikinya
2.	Kegiatan inti	Menjelaskan materi yang akan dipelajari Membimbing siswa dalam belajar kelompok Mengamati setiap kelompok secara bergiliran Membimbing siswa saat melakukan pembelajaran tipe <i>jigsaw</i> Penguasaan kelas
3.	Penutup	Memberi kesempatan kepada siswa yang belum paham untuk Bertanya Membimbing siswa membuat kesimpulan Kemampuan melakukan evaluasi

Modifikasi dari Thomas (2014).

Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dengan Menggunakan Pendekatan Active Learning pada Materi Bangun Datar

Tabel 3. Aktivitas Siswa Selama Mengikuti Proses Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw

No	Aspek yang diamati
1.	Mendengarkan dan memperhatikan penjelasan guru.
2.	Membaca (buku siswa, Lembar materi Ahli).
3.	Berdiskusi/bertanya antar siswa.
4.	Berdiskusi/bertanya antara siswa dengan guru.
5.	Mengkomunikasikan hasil kelompok Ahli ke kelompok Asal secara bergantian
6.	Menulis yang relevan sesuai dengan materi dalam KBM
7.	Menjawab pertanyaan
8.	Perilaku yang tidak relevan dengan kegiatan pembelajaran (misalnya: mengganggu teman, mengantuk, melamun)

Tabel 4. Angket Respon Siswa Terhadap Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw

No	Pernyataan
1.	Bagaimana tanggapan saudara selama mengikuti pembelajaran
2.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap materi pelajaran
3.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap buku lembar kerja siswa
4.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap lembar materi ahli
5.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap soal post test
6.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap suasana belajar dikelas
7.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap cara belajar
8.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap cara guru mengajar
9.	Bagaimana pendapat saudara tentang materi pelajaran
10.	Bagaimana pendapat saudara terhadap buku siswanya
11.	Bagaimana pendapat saudara tentang lembar materi ahli
12.	Bagaimana pendapat saudara tentang soal post test
13.	Bagaimana pendapat saudara suasana belajar dikelas
14.	Bagaimana pendapat saudara cara guru mengajar
15.	Bagaimana pendapat saudara tentang model pembelajaran kooperatif dengan tipe jigsaw yang telah kalian ikuti
16.	Bagaimana pendapat saudara jika pokok bahasan selanjutnya menggunakan model pembelajaran kooperatif dengan tipe jigsaw seperti yang kalian ikuti
17.	Bagaimana pendapat saudara jika mata pelajaran yang lain diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif dengan tipe jigsaw seperti yang telah kalian ikuti

Tabel 5. Soal Tes Kognitif Hasil Belajar Siswa

No	Instrumen Soal
1.	Sebuah taman berbentuk persegi panjang berukuran panjang 32 m dan lebar 24 m. Disekeliling taman akan di pasang lampu dengan jarak antar lampu 4 m. Jumlah lampu yang diperlukan adalah sebanyak?
2.	Sebuah kebun berbentuk persegi panjang dengan ukuran 34 m x 16 m. Disekeliling kebun akan ditanami pohon mangga dan jarak antar pohon 2 m. Berapakah banyak jumlah pohon mangga yang dapat ditanam?
3.	April akan membuat kotak berbentuk balok dengan perbandingan panjang: lebar : tinggi = 3 : 2 : 4. Jika panjang kotak tersebut 15 cm, berapakah luas seluruh permukaan kotak?
4.	Sebuah aula berbentuk balok dengan ukuran panjang 10 meter, lebar 6 meter, dan tinggi 5 meter. Dinding bagian dalamnya di cat dengan biaya Rp 40.000,00 per meter persegi. Berapakah biaya pengecatan aula seluruhnya?
5.	Sebuah kolam renang berbentuk persegi panjang berukuran panjang 15 m dan lebar 10 m. disekeliling kolam dibuat jalan dengan lebar 1 m dan dipasang keramik.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu: 1) Aktivitas guru dalam mengelolah model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw*; 2) Aktivitas siswa dalam model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw*; 3) Respon siswa; 4) Hasil belajar aspek kognitif; 5) Ketuntasan pembelajaran pada butir soal.

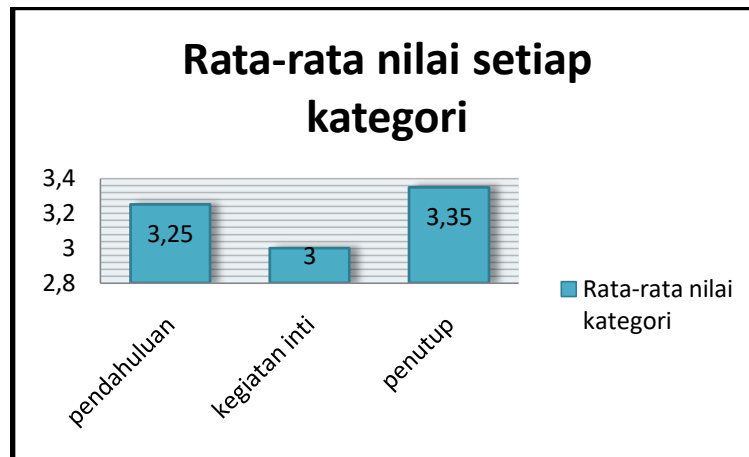
1. Aktivitas guru dalam mengelolah model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw*

Nilai kemampuan guru dalam pengelolaan pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan pendekatan *active learning* menggunakan analisis deskriptif yang sesuai dengan teknik analisa data yang telah dijelaskan diatas. Sesuai dengan hasil pengamatan, maka hasil aktivitas guru dalam mengelola pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Aktivitas Guru dalam Mengelola Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Jigsaw*

No	Kegiatan	Aspek yang diamati	Pertemuan		Rata-rata
			I	II	
1.	Pendahuluan	Apersepsi	3	4	3,5
		Menyampaikan tujuan pembelajaran	3	3	3
		Menjelaskan langkah-langkah pembelajaran kooperatif dengan tipe jigsaw.	2	3	2,5
		Menguasai media dalam pembelajaran	4	4	4
		Memotivasi siswa	3	3	3
		Mengkaitkan pembelajaran dengan pengetahuan yang dimilikinya	4	3	3,5
		Rata-rata nilai kategori			
2.	Kegiatan inti	Menjelaskan materi yang akan dipelajari	3	3	3
		Membimbing siswa dalam belajar kelompok	2	3	2,5
		Mengamati setiap kelompok secara bergiliran	2	4	3
		Membimbing siswa saat melakukan pembelajaran tipe jigsaw	3	4	3,5
		Penguasaan kelas	3	3	3
		Rata-rata nilai kategori			
3.	Penutup	Memberi kesempatan kepada siswa yang belum paham untuk bertanya	3	3	3
		Membimbing siswa membuat kesimpulan	3	4	3,5
		Kemampuan melakukan evaluasi	3	4	3,5
		Rata-rata nilai kategori			
Rata-rata tiap pertemuan			2,93	3,43	
Rata-rata akhir			3,19		

Dari Tabel 6 dapat digambarkan pada diagram batang Gambar 1.



Gambar 1. Aktivitas Guru dalam Mengelola Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Jigsaw*

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 1, menunjukkan bahwa kemampuan guru dalam mengelola model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* untuk kriteria persiapan nilai rata-ratanya adalah 3,00 yang berarti nilai kategori baik, sedangkan kriteria pelaksanaan yang meliputi pendahuluan mencapai nilai rata-ratanya adalah 3,25 yang menunjukkan kemampuan guru kategori sangat baik, Kriteria kegiatan inti mencapai nilai rata-ratanya adalah 3,00 yang menunjukkan kemampuan guru sudah baik, dan kegiatan guru dalam menutup pembelajaran nilai rata-ratanya adalah 3,25 yang berarti kemampuan guru sangat baik. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa guru dalam mengelola model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* adalah dapat dikategorikan sangat baik karena nilai rata-rata akhir dari seluruh kategori adalah 3,19.

2. Aktivitas siswa dalam pembelajaran kooperatif tipe jigsaw.

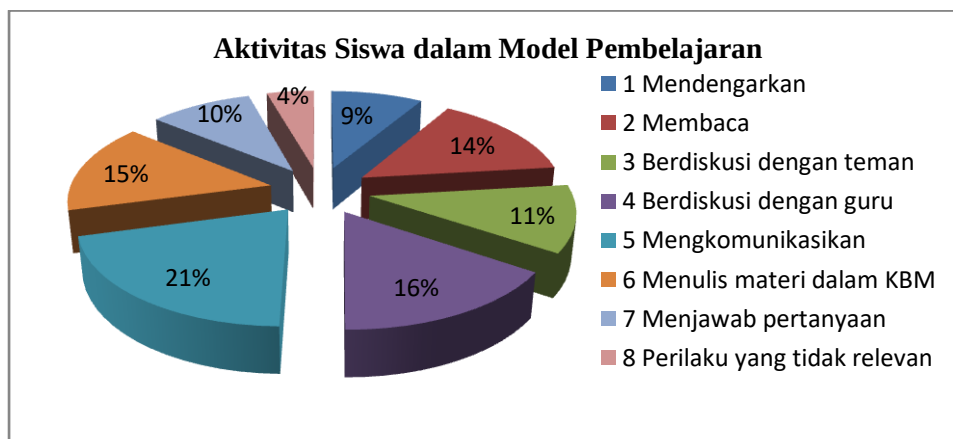
Aktivitas siswa selama kegiatan pembelajaran kooperatif *jigsaw* dengan pendekatan *active learning* selama dua kali pertemuan. Data aktivitas siswa dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Aktivitas Siswa dalam Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Jigsaw*

No	Aspek yang diamati	Pertemuan		Rata-Rata
		I	II	
1.	Mendengarkan dan memperhatikan penjelasan guru.	10,4	6,77	8,59
2.	Membaca (buku siswa, Lembar materi Ahli).	13,5	15,6	14,55
3.	Berdiskusi/bertanya antar siswa.	10,9	11,5	11,20
4.	Berdiskusi/bertanya antara siswa dengan guru.	16,1	14,24	15,85

No	Aspek yang diamati	Pertemuan		Rata-Rata
		I	II	
5.	Mengkomunikasikan hasil kelompok Ahli ke kolompok Asal secara bergantian	19,3	21,9	20,60
6.	Menulis yang relevan sesuai dengan materi dalam KBM	14,1	16,1	15,10
7.	Menjawab pertanyaan	10,4	8,85	9,63
8.	Perilaku yang tidak relevan dengan kegiatan pembelajaran (misalnya : mengganggu teman, mengantuk, melamun)	5,21	3,65	4,43
Jumlah rata-rata		100	100	100

Dari Tabel 7 dapat digambarkan pada diagram lingkaran Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas Siswa dalam Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 2 tersebut, dapat diketahui bahwa dalam dua kali pertemuan aktivitas siswa dalam mendengarkan mencapai rata-rata 9%, membaca mencapai rata-rata 14%, berdiskusi antar teman mencapai 11%, berdiskusi dengan guru mencapai 16%, mengkomunikasikan mencapai 21%, menulis yang relevan mencapai 15%, menjawab pertanyaan mencapai 10%, dan perilaku yang tidak relevan mencapai nilai rata-rata 4%.

Dari data aktivitas siswa tersebut, akan diketahui jumlah aktivitas siswa aktif dan aktivitas siswa tidak aktif. Aktivitas siswa yang aktif yang telah dilaksanakan oleh siswa dalam pembelajaran selama 2 kali pertemuan sebesar $9\% + 14\% + 11\% + 16\% + 21\% + 15\% + 10\% = 96\%$. Sedangkan aktivitas siswa yang tidak aktif yang dilakukan oleh siswa sebesar 4%. Dari hasil tersebut total dari aktivitas siswa yang aktif mencapai 96% sedang aktivitas siswa yang tidak aktif mencapai 4%. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah rata-rata persentase aktivitas siswa yang aktif lebih besar dari jumlah rata-rata persentase aktivitas siswa yang tidak aktif. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa aktivitas siswa

Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dengan Menggunakan Pendekatan Active Learning pada Materi Bangun Datar

selama model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* mencapai kategori Aktif.

3. Respon siswa.

Data respon siswa didapat dari angket. Angket dibagikan kepada siswa setelah pelaksanaan pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan pendekatan *active learning*. Jumlah responden dalam penelitian ini adalah 24 siswa. Prosentasi jawaban respon dihitung dengan membagi jumlah jawaban responden dengan jumlah total responden dikalikan seratus persen. Hasil respon siswa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Angket Respon Siswa Terhadap Jawaban Senang/Tidak Senang

No	Pernyataan	Respon siswa	
		Senang	Tidak senang
1.	Bagaimana tanggapan saudara selama mengikuti pembelajaran	87,5	12,5
2.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap materi pelajaran	83,33	16,67
3.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap buku lembar kerja siswa	87,5	12,5
4.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap lembar materi ahli	91,67	8,33
5.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap soal post test	95,83	4,17
6.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap suasana belajar dikelas	83,33	16,67
7.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap cara belajar	83,33	16,67
8.	Bagaimana tanggapan saudara terhadap cara guru mengajar	87,5	12,5
Rata-rata		87,50	12,50

Tabel 9. Angket Respon Siswa Terhadap Jawaban Baru/Tidak Baru

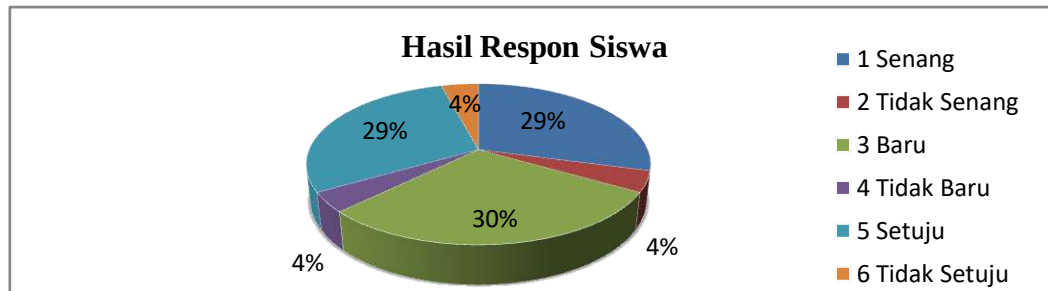
No	Pernyataan	Respon siswa	
		Baru	Tidak baru
1.	Bagaimana pendapat saudara tentang materi pelajaran	83,33	16,67
2.	Bagaimana pendapat saudara terhadap buku siswanya	95,83	4,17
3.	Bagaimana pendapat saudara tentang lembar materi ahli	91,67	8,33
4.	Bagaimana pendapat saudara tentang soal post test	91,67	8,33
5.	Bagaimana pendapat saudara suasana belajar dikelas	83,33	16,67
6.	Bagaimana pendapat saudara cara guru mengajar	87,5	12,5
7.	Bagaimana pendapat saudara tentang model pembelajaran kooperatif dengan tipe jigsaw yang telah kalian ikuti	83,33	16,67
Rata-rata		88,09	11,91

Tabel 10. Angket Respon Siswa Terhadap Jawaban Setuju/Tidak Setuju

No	Pernyataan	Respon siswa	
		Setuju	Tidak setuju
1.	Bagaimana pendapat saudara jika pokok bahasan selanjutnya menggunakan model pembelajaran kooperatif dengan tipe jigsaw seperti yang kalian ikuti	83,33	16,67
2.	Bagaimana pendapat saudara jika mata pelajaran yang lain diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran	91,67	8,33

No	Pernyataan	Respon siswa	
		Setuju	Tidak setuju
	kooperatif dengan tipe jigsaw seperti yang telah kalian ikuti		
	Rata-rata	87,50	12,50

Adapun hasil respon siswa dari tabel di atas dapat digambarkan pada diagram lingkaran dalam Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Respon Siswa

Dari Tabel 8, 9, 10 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa tanggapan siswa yang senang dalam mengikuti model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* sebanyak 29% dengan rata-ratanya adalah 87,50 dan respon siswa yang tidak senang adalah 4% dengan rata-ratanya adalah 12,50. Respon siswa yang menyatakan baru terhadap materi dan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* adalah sebesar 30% dengan rata-ratanya adalah 80,09 dan tanggapan siswa menyatakan tidak baru terhadap materi dan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* adalah sebesar 4% dengan rata-ratanya adalah 11,91. Respon Siswa yang setuju dengan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* adalah sebanyak 29% dengan rata-ratanya adalah 87,50 dan tanggapan siswa yang tidak setuju adalah sebanyak 4% dengan rata-ratanya adalah 12,50.

Dari penjelasan tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa siswa senang dalam model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* memperoleh nilai rata-rata 87,50 atau persentasenya 29%, siswa baru mengenal materi dan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* nilai rata-ratanya 88,09 atau persentasenya 30%, dan siswa setuju dengan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* memperoleh nilai rata-rata 87,50 atau persentasenya 29%. Karena siswa yang menyatakan

Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dengan Menggunakan Pendekatan Active Learning pada Materi Bangun Datar

senang/baru/setuju terhadap pelaksanaan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* $\geq 80\%$. Maka model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* adalah direspon baik dan positif oleh siswa.

4. Hasil belajar kognitif siswa.

Tes hasil belajar dilaksanakan setelah mengikuti model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning*. Tes hasil belajar ini digunakan untuk menentukan ketuntasan belajar siswa. Siswa dapat dikatakan tuntas dalam belajar apabila memperoleh nilai minimal 75 atau memperoleh nilai $\geq 75\%$, data hasil belajar siswa dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Belajar Kognitif Siswa

No	Nama siswa	Nomor dan Skor					Nilai	Ketuntasan
		1	2	3	4	5		
		15	20	30	20	15		
1	ABF	15	18	27	9	11	80	Tuntas
2	ARS	15	20	30	20	15	100	Tuntas
3	AS	15	19	14	15	15	78	Tuntas
4	DRS	12	9	14	18	15	68	Tidak Tuntas
5	EAS	15	18	11	20	15	79	Tuntas
6	EFF	5	17	25	20	10	77	Tuntas
7	FPA	15	20	30	20	15	100	Tuntas
8	GWA	15	13	22	15	15	80	Tuntas
9	HZ	15	9	24	19	15	82	Tuntas
10	LH	15	20	30	20	15	100	Tuntas
11	MSA	15	17	27	16	6	81	Tuntas
12	MAA	15	20	26	20	15	96	Tuntas
13	MWM	15	12	14	9	15	65	Tidak Tuntas
14	NFLTM	15	20	30	20	15	100	Tuntas
15	NSS	15	10	15	20	15	75	Tuntas
16	NN	15	15	14	20	15	79	Tuntas
17	NFLTM	15	20	30	20	15	100	Tuntas
18	RL	15	15	15	20	10	75	Tuntas
19	SK	15	17	13	18	15	78	Tuntas
20	SPAR	15	15	22	20	5	77	Tuntas
21	SHS	15	20	30	20	15	100	Tuntas
22	UM	15	11	14	9	15	64	Tidak Tuntas
23	ZA	15	20	30	20	15	100	Tuntas
24	RMAA	15	9	18	20	15	77	Tuntas
Jumlah Nilai							2011	

Ketuntasan (%)	87,50
Rata-Rata	83,79

Adapun hasil ketuntasan siswa dalam model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning*, dapat digambarkan pada diagram lingkaran pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Ketuntasan Belajar Siswa

Berdasarkan Tabel 11 dan Gambar 4 tersebut, dapat disimpulkan bahwa siswa dikategorikan tuntas dalam belajar dengan jumlah 21 siswa dengan persentase 87,5% sedangkan kategori siswa yang tidak tuntas sebanyak 3 dengan persentase 12,5%. Sedangkan ketuntasan setiap siswa diambil dari KKM mata pelajaran yang dibuat oleh guru matematika minimal 75.

5. Ketuntasan pembelajaran pada butir soal

Ketuntasan pembelajaran pada butir soal dilaksanakan setelah mengikuti model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* dengan skor 1 apabila siswa menjawab soal dengan benar dan skor 0 apabila siswa menjawab soal salah. Sedangkan siswa dikatakan tuntas apabila siswa menjawab soal dengan benar ≥ 4 dan siswa tidak tuntas apabila menjawab soal dengan benar ≤ 3 . Data ketuntasan pembelajaran pada butir soal dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Ketuntasan Pembelajaran pada Butir Soal

No	Nama siswa	Nomor butir soal					Jumlah jawaban benar	Tercapaian (%)	Tuntas/tidak tuntas
		1	2	3	4	5			
		15	20	30	20	15			
1	ABF	1	1	1	0	1	4	80	Tuntas

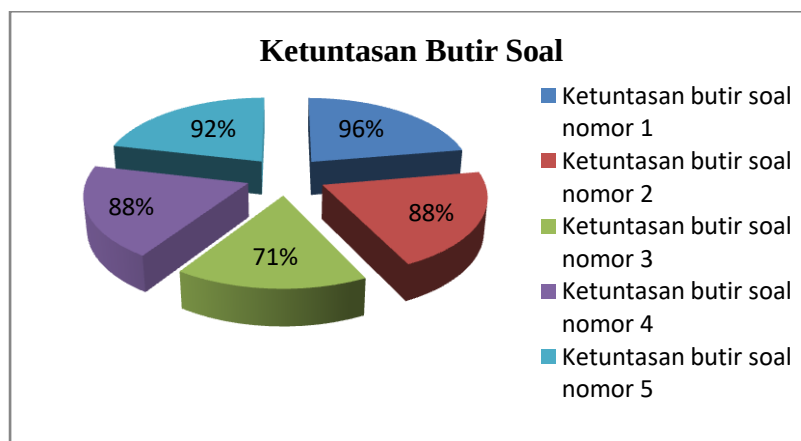
Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dengan Menggunakan Pendekatan Active Learning pada Materi Bangun Datar

No	Nama siswa	Nomor butir soal					Jumlah jawaban benar	Tercapaian (%)	Tuntas/tidak tuntas
		1	2	3	4	5			
		15	20	30	20	15			
2	ARS	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
3	AS	1	1	0	1	1	4	80	Tuntas
4	DRS	1	0	0	1	1	3	60	Tidak Tuntas
5	EAS	1	1	0	1	1	4	80	Tuntas
6	EFF	0	1	1	1	1	4	80	Tuntas
7	FPA	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
8	GWA	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
9	HZ	1	0	1	1	1	4	80	Tuntas
10	LH	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
11	MSA	1	1	1	1	0	4	80	Tuntas
12	MAA	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
13	MWM	1	1	0	0	1	3	60	Tidak Tuntas
14	NFLTM	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
15	NSS	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
16	NN	1	1	0	1	1	4	80	Tuntas
17	NFLTM	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
18	RL	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
19	SK	1	1	0	1	1	4	80	Tuntas
20	SPAR	1	1	1	1	0	4	80	Tuntas
21	SHS	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
22	UM	1	1	0	0	1	3	60	Tidak Tuntas
23	ZA	1	1	1	1	1	5	100	Tuntas
24	RMAA	1	0	1	1	1	4	80	Tuntas
Jumlah yang menjawab benar		23	21	17	21	22			
Ketuntasan butir soal (%)		96	88	71	88	92			

Adapun hasil ketuntasan pembelajaran pada butir soal dalam model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning*, dapat digambarkan pada diagram lingkaran pada Gambar 5.

Berdasarkan Tabel 12 dan Gambar 5 ketuntasan pembelajaran pada butir soal untuk butir soal nomor 1 mencapai ketuntasan 96%, butir soal nomor 2 mencapai ketuntasan 88%, butir soal nomor 3 mencapai ketuntasan 71%, butir soal nomor 4 mencapai ketuntasan 88% dan butir soal nomor 5 mencapai ketuntasan 92%. Jika ketuntasan tersebut dicermati, Ketuntasan ini disebabkan karena pendekatan pembelajaran *active learning* dan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* yang

digunakan adalah menarik perhatian siswa, sehingga siswa dapat mengikuti pelajaran dengan sungguh-sungguh. Hal ini dapat dilihat pada saat proses pembelajaran dengan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning*. Siswa terlibat secara aktif dan menguasai pelajaran dengan baik dan dapat mengerjakan soal yang diberikan dengan mudah. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Thomas (2014) menghasilkan penelitian bahwa pelaksanaan pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dan hasil tes yang dilaksanakan merupakan salah satu upaya yang tepat untuk memaksimalkan hasil belajar siswa terutama pada kompetensi dasar standar nasional pendidikan. Hal ini mendukung perubahan paradigma pembelajaran yang beralih dari *teacher oriented* ke *learner oriented* dengan penggunaan metode belajar bervariasi yang mampu menggali dan mengembangkan potensi siswa dengan mengedepankan proses belajar mandiri melalui aktivitas belajar seperti pendekatan kooperatif tipe *jigsaw*.



Gambar 5. Ketuntasan Butir Soal

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan diatas, maka dapat disimpulkan: 1) Kemampuan guru dalam mengelola model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* dengan mencapai skor 3,19 dan termasuk kategori sangat baik; 2) Siswa aktif ketika pembelajaran berlangsung. Hasil pengamatan aktivitas siswa diperoleh aktivitas siswa aktif mencapai 96%, sedang aktivitas siswa tidak aktif mencapai 4%. Artinya selama pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning*, siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuannya dari dirinya sendiri. Dari hal tersebut maka aktivitas siswa

Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dengan Menggunakan Pendekatan Active Learning pada Materi Bangun Datar

dikatakan aktif karena prosentase aktivitas siswa yang aktif lebih tinggi dari pada aktivitas siswa yang tidak aktif; 3) Respon siswa terhadap pembelajaran sangat positif. Dari hasil angket respon siswa diperoleh 87,55% siswa menjawab senang dan tidak senang diperoleh 12,55%, siswa menjawab baru 88,09 %, dan 11,9% siswa menjawab tidak baru, siswa menjawab setuju 88,50% dan tidak setuju 12,50%. Sehingga dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* mendapat respon positif dari siswa, artinya pembelajaran ini dapat diterima oleh siswa dan dapat membantu siswa memahami pelajaran; 4) Hasil belajar siswa dengan model pembelajaran kooperatif tipe *jigsaw* dengan menggunakan pendekatan *active learning* dapat dikatakan efektif. Hal ini dapat dilihat dari nilai hasil persentase ketuntasan belajar siswa secara individu 77% siswa tuntas dan 23% siswa tidak tuntas. Sedangkan secara klasikal ketuntasan belajar siswa mencapai 76,81% karena terdapat 3 siswa yang mendapat nilai < 75. Hal ini disebabkan karena siswa dituntut untuk dapat berperan aktif dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardini & Puspitasari (2012). *Strategi Pembelajaran Terpadu (Teori, Konsep, & Implementasi)*. Yogyakarta: Familia.
- In'am (2012). *Model Pembelajaran Matematika Berbasis Metakognitif*. Malang: Selaras.
- Isjoni (2007). *Cooperative Learning Efektifitas Pembelajaran Kelompok*. Bandung: Alfabeta.
- Lie (2002). *Cooperative Learning*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Lince (2001). *Efisiensi Pengajaran*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Masykur & Fathani (2007). *Mathematical Intelligence* Yogyakarta: Ar-Ruzz media.
- Nur, M., & Wikandari, R. P. (1999). *Pengajaran Berpusat Kepada Siswa Dan Pendekatan Konstruktivis Dalam Pengajaran*. Surabaya: UNESA.
- Rusiyanti (2011). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika berbasis Konstruktivisme untuk melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA kelas X. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2),185-205.
- Thomas, P. (2014). E-learning dengan pendekatan kooperatif tipe jigsaw untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa. *Jurnal pendidikan ekonomi dinamika pendidikan. JPE DP, IX(1)*, 21-40.

- Safrina, dkk. (2014). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Geometri melalui Pembelajaran Kooperatif Berbasis Teori Van Hiele. *Jurnal Didaktik Matematika*, 1(1). 9-20.
- Simon S., Erduran, S. & Osborne J. (2006). Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*. 28(2-3). 235-260.
- Slavin, R. E. (2015). Cooperative Learning: Teori, Riset dan Praktik. Bandung: Nusa Media
- Sriyanto, H. J. (2007). *Easy Math*. Yogyakarta: Pustaka Widyatama.
- Sugiyono (2014). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Alfabeta.
- Sukiyanto, S. (2018). Pengembangan rencana pembelajaran matematika dengan model kooperatif tipe STAD dan teori Vygotsky. *de Fermat: Jurnal Pendidikan Matematika*. 1(2). 31-41.

STRATEGI LITERASI DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA PADA ERA INDUSTRI 4.0

Baiduri

Universitas Muhammadiyah Malang
baiduriumm@gmail.com

ABSTRAK

Setiap siswa atau manusia ingin sukses, baik secara akademik maupun dalam kehidupan kesehariannya. Kehadiran industri 4.0 membawahkan perubahan yang sangat cepat, tidak hanya dalam dunia manufaktur dan produksi tetapi juga dalam *skill* yang dibutuhkan di dunia kerja. Kecakapan yang sangat penting dan mendasar untuk ini adalah kecakapan bahasa dan kecakapan matematika. Kecakapan matematika meliputi kosakata dan notasi, ruang dan bentuk, numerasi, dan kuantitatif. Makna yang tersirat dalam kecakapan (literasi) matematika adalah kemampuan untuk mengajukan, merumuskan, dan memecahkan masalah intra dan ekstra matematika dengan bahasa yang dapat dimengerti oleh orang lain umumnya dan matematikawan pada khususnya. Berbagai strategi literasi dibahas secara teoritis dan implementasinya dalam pembelajaran matematika supaya dapat mahir secara matematis agar dapat mengambil keuntungan hadirnya era industri 4.0 atau era setelahnya.

Kata Kunci: strategi literasi, pembelajaran matematika, industri 4.0.

ABSTRACT

Every student or human want success, either in their academic matter or daily life. The presence of Industry 4.0 carries the significant change, not only in manufacture and production industry, but also in skill demand in labour industry. The crucial and fundamental skills which are needed is the language skill and mathematic skill. The mathematic skill is included vocabulary and notation, space and shape, numeration, and quantitative. The implicit meaning of (well-literate) mathematic skill is the ability to propose, formulate, and solve the problem both internal and external mathematic issues with understandable language output by others, especially mathematician. There are varieties of literation strategy which has been theoretically discussed and its implementation in mathematic learning in order to achieve mastery and gain the maximum advantages towards the presence of Industry Revolution 4.0 era and after.

Keywords: literacy strategy, mathematic learning, industry 4.0.

PENDAHULUAN

Kehadiran era industri 4.0 dengan komponen utamanya *Cyber-Physical System (CPS)*, *Internet of Things (IoT)*, *Smart Factory (SF)*, dan *Internet of Services (IoS)* (Hermann dkk, 2015) berkomunikasi dan bekerjasama satu sama lain dengan manusia secara real time melalui web nirkabel (Marr, 2016) yang digunakan untuk meningkatkan otomatisasi, komunikasi dan penggunaan data secara *real-time* sehingga membantu produsen berinovasi lebih cepat (Moore, 2018) dan berakibat pada biaya operasional yang optimum. Martin (2017) menyatakan bahwa keuntungan Industri 4.0 yaitu (1) *Optimization* (Optimasi), (2) *Customization* (Penyesuaian), (3) *Pushing Research* (Mendorong Penelitian). Sedangkan tantangan yang dihadapi yaitu (1) *Security* (Keamanan), (2) *Capital* (Modal), (3) *Employment* (Ketenagakerjaan), dan (4) *Privacy* (Privasi/kerahasiaan).

Aspek ketenagakerjaan menjadi hal yang sangat serius. Boleh jadi jenis pekerjaan yang ada saat ini sudah tidak ada di masa yang akan datang, *skill* yang dibutuhkan dunia kerja masa depan boleh jadi berbeda dengan saat ini. Selain itu ketenagakerjaan sangat erat kaitannya dengan pendidikan dan pelatihan untuk menyiapkan *skill* yang diperlukan. Forum ekonomi dunia menyatakan ada sepuluh *skill* utama yang diperlukan dalam dunia kerja pada tahun 2020, yaitu: 1. *Complex Problem Solving*, 2. *Critical Thinking*, 3. *Creativity*, 4. *People Management*, 5. *Coordinating with Others*, 6. *Emotional Intelligence*, 7. *Judgement and Decision-Making*, 8. *Service Orientation*, 9. *Negotiation*, 10. *Cognitive Flexibility* (World Economic Forum, 2016). Selain itu *skill* dalam menggunakan teknologi digital dalam pekerjaan menjadi sebuah keharusan. Mengisi kebutuhan baru bisnis dalam rangka menciptakan tenaga kerja, menghadapi tantangan sosial dan lingkungan global merupakan tantangan bagi generasi sekarang dan akan datang (Brown-Martin, 2017; TFO, 2017). Sehingga perlu dipersiapkan generasi yang kuat untuk masa datang. Ajaran agama telah mengingatkan tentang pentingnya menyiapkan generasi yang kuat. “Dan hendaklah takut kepada Allah orang-orang yang seandainya meninggalkan dibelakang mereka anak-anak yang lemah, yang mereka khawatir terhadap (kesejahteraan) mereka. Oleh sebab itu, hendaklah mereka bertakwa kepada Allah dan hendaklah mereka mengucapkan perkataan yang

benar.” (QS. An Nisa: 9). Hal ini dipertegas hadits Rasûlullâh Shallallahu ‘alaihi wa sallam, “Mukmin yang kuat lebih baik dan lebih dicintai Allah daripada Mukmin yang lemah.” (HR. Muslim).

Pendidikan merupakan salah satu instrumen yang dapat digunakan dalam mempersiapkan generasi yang tangguh. Ali bin Abi Thalib menyatakan bahwa “didiklah anakmu karena dia akan hidup di masa yang tidak sama dengan masa mu”. Apakah *skill-skill* tersebut dapat diperoleh dari belajar matematika? Ketika pengetahuan dan ekonomi berkembang, orang lebih banyak bekerja dengan teknologi atau bekerja di lingkungan dimana matematika merupakan landasan. Pemecahan masalah, pemrosesan informasi, dan komunikasi menjadi persyaratan pekerjaan rutin. Literasi matematika diperlukan baik di tempat kerja maupun dalam kehidupan sehari-hari. Ini adalah salah satu kunci untuk mengatasi masyarakat yang berubah. Mengingat bahwa dunia sedang bergerak menuju ekonomi berbasis pengetahuan, kurangnya literasi matematika adalah masalah besar. Hal senada dikatakan oleh Mulyani bahwa pentingnya penguasaan matematika untuk mengelola ekonomi negara terlebih dalam menghadapi era revolusi industri 4.0. Karena peranan matematika sangat besar dalam memahami fenomena baru yang terlahir dari digital ekonomi secara luas. Jika bicara Indonesia ke depan selain *language* dan *behavior*, *basic* matematika luar biasa penting (Kumparan.com, 30 September 2018).

Ketika berbicara tentang matematika seolah-olah itu adalah entitas tunggal, tetapi sebenarnya matematika memiliki empat wajah yang disajikan kepada dunia: 1) Perhitungan, penalaran formal, dan pemecahan masalah. 2) Matematika sebagai cara untuk mengetahui. 3) Matematika sebagai media kreatif. 4) Aplikasi (Devlin, 2000). Sebagian besar pendidikan sekolah (dan universitas) berkonsentrasi pada wajah pertama dan membuat beberapa referensi ke wajah keempat, tetapi sedikit atau tidak sama sekali memperhatikan dua wajah lainnya. Ketika memasuki era industri 4.0, pendidikan matematika harus menampilkan keempat wajah. Laju perubahan sedemikian cepat saat ini tidak ada yang bisa memprediksi apa yang akan menjadi pengetahuan dan keterampilan paling penting untuk menjalani kehidupan, untuk memainkan peran sebagai warga negara, dan menjadi produktif dengan cara mereka sendiri. Wajah keempat,

aplikasi matematika dalam kehidupan nyata merupakan fokus dari literasi matematika (De Lange, 2003). Literasi matematika sama pentingnya dengan kemahiran dalam membaca dan menulis (Ojose, 2011). *“Tomorrow’s illiterate will not be those who cannot read, but those who have not learned how to learn”* (Toffler, 1970). Literasi Matematika merupakan keterampilan yang diperlukan untuk abad ke-21 (Atif, 2013). Makalah ini menguraikan secara teoritis tentang penggunaan literasi dalam pembelajaran matematika disertai dengan beberapa contoh.

LITERASI MATEMATIKA

Proses pengembangan keterampilan membaca cukup dikenal. Pertama-tama kita belajar suara, lalu huruf, lalu bagaimana huruf dan suara membuat kata-kata. Selanjutnya kita belajar apa artinya semua itu dan bagaimana memahami bahasa tulisan kita. Keterampilan membaca (*literacy skill*) sangat penting di sekolah (dan dalam kehidupan), semakin kuat keterampilan membaca siswa, semakin besar peluang mereka untuk mencapai keberhasilan akademis. Akan tetapi sangat disayangkan proses menjadi mahir (*literate*) matematika kurang dikenal, padahal ini sama pentingnya bagi keberhasilan siswa. Sehingga literasi matematika merupakan literasi kedua yang mesti dikuasai siswa setelah literasi bahasa. Literasi matematika adalah topik yang banyak dibahas di sebagian besar negara, dengan berbagai istilah seperti numerasi, atau literasi kuantitatif, atau *matheracy*, atau sebagai bagian dari *ethnomathematics*, atau terkait dengan matematika dalam masyarakat (Vithal & Bishop, 2006).

Matematika memiliki bahasa yang sangat spesifik dan tepat. Agar siswa dapat mahir secara matematis, mereka harus dapat berkomunikasi dengan jelas dalam bahasa itu dengan memahami kosakata, simbol, dan cara merumuskan argumen. Kosakata mungkin membingungkan karena kata-kata memiliki arti yang berbeda dalam konteks matematika dan non-matematika karena dua kata yang berbeda terdengar sama (misal, faktor, prima, kombinasi), atau karena lebih dari satu kata digunakan untuk menggambarkan konsep yang sama (gradien, kemiringan garis). Simbol dapat membingungkan karena terlihat mirip (misal, simbol pembagian dan akar kuadrat) atau karena representasi yang berbeda dapat

digunakan untuk menggambarkan proses yang sama (misal $\bullet$, $*$, dan $\times$ untuk perkalian) atau representasi yang sama untuk konsep yang berbeda (misal, $\Leftrightarrow$ untuk ekuivalen dalam persamaan dan biimplikasi dalam logika). Sehingga perlu pengajaran disiplin literasi, yang berpotensi untuk mendukung tingkat pembelajaran dan komunikasi siswa yang lebih tinggi (Fang & Coatoam, 2013; Hynd-Shanahan, 2015; Shanahan, 2012; Shanahan & Shanahan, 2014). Secara tradisional literasi merupakan kecapakan membaca dan menulis. Disiplin literasi didefinisikan sebagai pertemuan konten pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan yang digabungkan dengan kemampuan membaca, menulis, mendengarkan, berbicara, berpikir kritis, dan tampil dengan cara yang bermakna dalam konteks bidang tertentu (Borsecnik & Holzhuter, 2015). Akan tetapi relatif sedikit yang diketahui tentang bagaimana guru saat ini mengadopsi dan memberlakukan praktik literasi (Ippolito, Dobbs, & Charner-Laird, 2017). Dalam pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas, literasi matematika secara harfiah adalah segalanya; komunikasi, diskusi, melihat grafik dan banyak hal lainnya dalam proses pembelajaran (Ippolito, Dobbs, & Charner-Laird, 2017). Unesco (2004) menyatakan literasi sebagai kemampuan untuk mengidentifikasi, memahami, menafsirkan, membuat, berkomunikasi dan menghitung, menggunakan bahan cetak dan tertulis yang terkait dengan berbagai konteks. Literasi melibatkan pembelajaran yang memungkinkan individu untuk mencapai tujuan, untuk mengembangkan pengetahuan dan potensi, dan untuk berpartisipasi penuh dalam komunitas mereka dan masyarakat. Ini berarti literasi sebagai pengetahuan dan kompetensi dalam bidang tertentu.

Menurut Watson (2002), literasi matematika adalah keterampilan mendasar yang diperlukan seperti bahasa. Watson (2002) dan Steen, Turner, dan Burkhardt (2007) juga menyatakan bahwa literasi matematika adalah salah satu tujuan utama organisasi pengajaran di sekolah. Literasi matematika memberikan siswa kesadaran dan pemahaman tentang peran yang dimainkan matematika di dunia modern. Literasi matematika adalah subjek yang didorong oleh aplikasi matematika yang berhubungan dengan kehidupan. Ini memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan dan kepercayaan diri untuk berpikir secara numerik dan spasial untuk menafsirkan dan menganalisis secara kritis

situasi sehari-hari dan untuk memecahkan masalah (Department of Education, 2003; OECD, 2006; Ojose, 2011). Storm, Catharines, Marseglia, dan Lapointe (2010) menyatakan bahwa literasi matematika (juga dikenal sebagai numerasi) berarti: 1) memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah, bernalar, dan menganalisis informasi; 2) kemampuan untuk menggunakan angka dalam membantu memecahkan masalah dunia nyata; 3) kemampuan untuk memahami “bahasa” matematika (misalnya “penjumlahan” berarti jawaban untuk penjumlahan, “selisih” berarti jawaban untuk pertanyaan pengurangan. Ini berarti literasi matematika dikaitkan dengan kemampuan menggunakan angka dan memahami bahasa matematika.

Gagasan literasi numerik atau matematika, sebagaimana didefinisikan di atas, bukanlah matematika canggih seperti kalkulus atau manipulasi aljabar, akan tetapi berbicara tentang memahami urutan operasi dan aktivitas yang membutuhkan tingkat pemahaman matematis. Literasi matematika lebih banyak melibatkan prosedur pelaksanaan. Ini mengisyaratkan basis pengetahuan dan kompetensi dan kepercayaan diri untuk menerapkan pengetahuan matematika di dunia praktis. Orang yang paham secara matematis dapat memperkirakan, menafsirkan data, memecahkan masalah sehari-hari, memberi alasan dalam situasi numerik, grafik, dan geometris, dan berkomunikasi menggunakan matematika. Sebelum siswa dapat terlibat dalam matematika, mereka perlu memahami kosakata dan dapat “membaca” dan “menulis” menggunakan kosakata itu. Membaca dapat mengambil banyak bentuk sebagai “membaca di kelas matematika seperti siswa melakukan ‘decoding’ persamaan untuk membaca paragraf dalam buku teks untuk memahami apa masalah yang ditanyakan” (Edelman & Hutchison, 2014).

Buta matematika, yang merupakan ketidakmampuan untuk menangani angka dan data dengan benar dan untuk mengevaluasi pernyataan mengenai masalah dan situasi yang memerlukan pemrosesan dan estimasi mental, adalah masalah yang lebih besar daripada yang diakui masyarakat (Ojose, 2011). Manifestasi buta huruf (*illiteracy*) matematika lazim di masyarakat. Salah satu cara untuk menjelaskan masalah ini adalah bahwa konten matematika yang dipelajari di sekolah tidak membuat warga sekolah mahir secara matematis atau

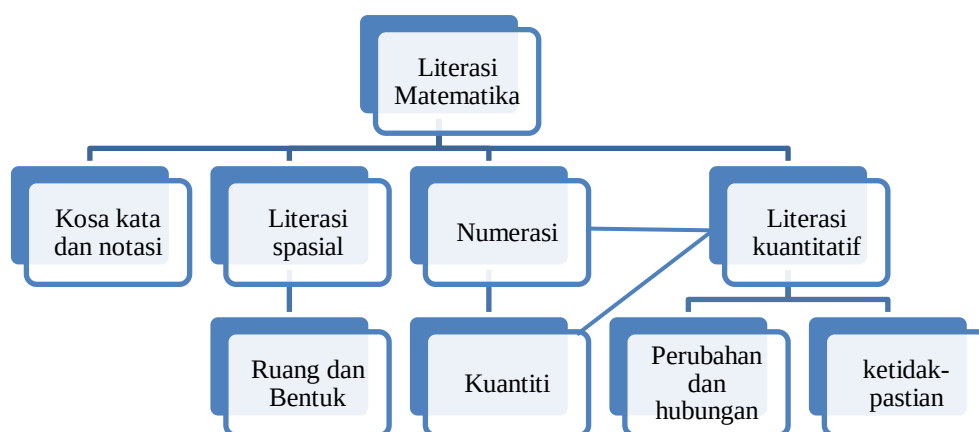
metode pengajaran konsep tidak membantu warga membuat koneksi ke situasi kehidupan nyata. Untuk mentransfer pengetahuan mereka secara efektif dari satu bidang aplikasi ke bidang lainnya, siswa perlu pengalaman memecahkan masalah dalam banyak situasi dan konteks yang berbeda.

Bagian penting dari literasi matematika adalah menggunakan, melakukan, dan mengenali matematika dalam berbagai situasi. Ketika menyelesaikan masalah-masalah yang memungkinkan siswa untuk memahami aplikasi matematika, pilihan metode dan representasi matematika sering kali tergantung pada situasi dimana masalah tersebut disajikan. Guru matematika sering mengeluh bahwa siswa mengalami kesulitan menerapkan matematika yang telah mereka pelajari dalam konteks yang berbeda. Dalam pembelajaran literasi matematika, siswa akan diberikan kesempatan untuk terlibat dengan masalah-masalah nyata dalam konteks yang berbeda, sehingga mereka dapat mengkonsolidasikan dan memperluas keterampilan matematika dasar. Dengan demikian, literasi matematika akan menghasilkan kemampuan untuk memahami terminologi matematika dan memahami informasi numerik dan spasial yang dikomunikasikan dalam tabel, grafik, diagram, dan teks. Selanjutnya, literasi matematika akan mengembangkan penggunaan keterampilan matematika dasar dalam menganalisis situasi kritis dan secara kreatif memecahkan masalah sehari-hari.

Memiliki dasar pengetahuan tentang kosa kata dan notasi adalah penting. Akan tetapi jika siswa tidak tahu bagaimana bernalar melalui masalah, pengetahuan itu tidak berguna. Tujuan akhir literasi dalam matematika adalah bahwa siswa dapat menggunakan penalaran untuk memecahkan masalah yang kompleks dan kemudian menyajikan jawaban mereka menggunakan bahasa yang benar (Martineau, 2017). Literasi matematika adalah kemampuan untuk melakukan, memahami, dan menerapkan matematika, tidak hanya di ruang kelas, tetapi dalam kehidupan sehari-hari (<https://sites.google.com/a/dpi.wi.gov/disciplinary-literacy-in-mathematics/>). De Lange (2006) menyatakan bahwa literasi matematika mencakup literasi spasial, numerasi, dan kuantitatif literasi. Literasi spasial mendukung pemahaman kita tentang dunia (tiga dimensi) tempat kita hidup dan bergerak. Untuk menghadapi apa yang mengelilingi kita, kita harus memahami sifat-sifat benda, posisi relatif benda dan efeknya terhadap persepsi

visual kita, penciptaan semua jenis jalur dan rute dua dan tiga dimensi. Numerasi yang menekankan kemampuan untuk menangani angka dan data dan untuk mengevaluasi pernyataan mengenai masalah dan situasi yang mengundang pemrosesan mental dan estimasi dalam konteks dunia nyata. Literasi kuantitatif, literasi berurusan dengan sekelompok kategori fenomenologis: kuantitas, perubahan dan hubungan, dan ketidakpastian. Kategori-kategori ini menekankan pemahaman, dan kemampuan matematika yang berkaitan dengan, kepastian (kuantitas), ketidakpastian (kuantitas serta ketidakpastian), dan hubungan (jenis, perubahan, dan alasan untuk perubahan itu).

Berdasarkan pengertian para ahli, maka literasi matematika mencakup literasi kosa kata dan notasi, literasi spasial, numerasi, dan literasi kuantitatif yang digunakan untuk pemecahan masalah baik dalam matematika sendiri maupun dalam kehidupan dunia nyata. Struktur literasi matematika dapat disajikan secara visual pada Gambar 1. Kapasitas krusial yang tersirat oleh gagasan tentang literasi matematika adalah kemampuan untuk mengajukan, merumuskan, dan memecahkan masalah intra dan ekstra matematika dengan berbagai domain dan situasi. Jika dilihat dari fokusnya, ada perbedaan fokus antara matematika sekolah dan literasi matematika. Matematika di sekolah berfokus pada konten substantif, sedangkan matematika literasi berfokus pada bagaimana menggunakan matematika dalam kehidupan nyata (De Lange, 2003).



Gambar 1. Struktur Literasi Matematika

Dilihat dari komponennya, literasi matematika terdiri dari dua komponen (Sumirattana, Makanong, & Thipkong, 2017) yaitu: 1). Pengetahuan, mengacu pada pengetahuan konseptual dan prosedural yang menjadi dasar yang penting

untuk menghubungkan dan menyelesaikan masalah matematika yang dihadapi dalam kehidupan nyata, dan 2). Kompetensi, mengacu pada kemampuan untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan matematika yang diperoleh dari ruang kelas untuk kehidupan nyata mereka dan untuk memahami situasi melibatkan matematika.

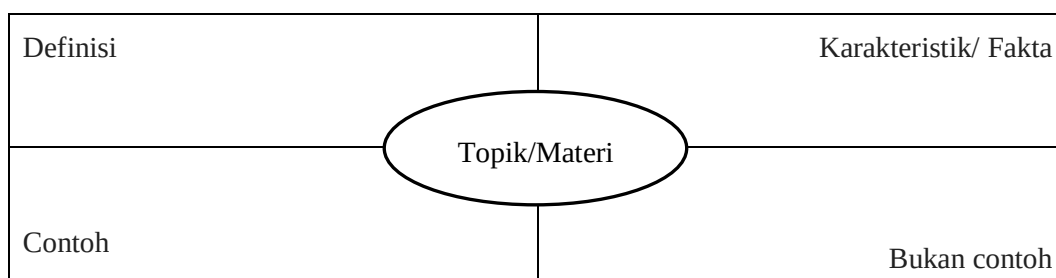
STRATEGI LITERASI DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Kompetensi yang diperlukan untuk literasi matematika adalah berpikir matematik dan penalaran, berargumentasi secara matematik, berkomunikasi secara matematis, pemodelan, representasi, simbol, alat dan teknologi (OECD, 1999; Steen, 2001). Selain kompetensi ini agar dapat mahir secara matematis, dibutuhkan kepercayaan pada kemampuan sendiri untuk menggunakan matematika dan kenyamanan dengan ide-ide kuantitatif (Ojose, 2011). Siswa dapat dikatakan mahir secara matematis ketika mereka dapat dengan percaya diri dan efektif menggunakan konsep matematika, dan dapat mengenali cara mentransfer keterampilan mereka untuk memecahkan masalah (Storm, Catharines, Marseglia, & Lapointe, 2010). Siswa yang mahir secara matematis memiliki kemampuan memanfaatkan pengetahuan matematika mereka pada konteks yang berbeda untuk menyelesaikan masalah yang kompleks (Martineau, 2017). Siswa yang mahir secara matematis mampu menganalisis, bernalar, dan mengkomunikasikan ide secara efektif ketika mereka mengajukan, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan masalah matematika dalam berbagai situasi. Departemen Pendidikan Carolina Selatan (2015) dan Reavis (2017) mendefinisikan bahwa siswa yang mahir secara matematis sebagai orang yang dapat: (1) memahami masalah dan bertahan dalam memecahkannya, (2) bernalar baik secara kontekstual maupun abstrak, (3) menggunakan keterampilan berpikir kritis untuk membenarkan penalaran matematika dan kritik penalaran orang lain, (4) menghubungkan ide-ide matematika dan situasi dunia nyata melalui pemodelan, (5) menggunakan berbagai alat matematika secara efektif, (6) berkomunikasi secara matematis dan mendekati situasi matematika dengan presisi, dan (7) mengidentifikasi dan memanfaatkan struktur dan pola.

Salah satu cara terbaik untuk memberi siswa latar belakang pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami konsep matematika adalah dengan mengajarkan mereka keterampilan kosakata dan pemahaman, yang sangat penting untuk memahami matematika (Kenney, 2007). Lebih lanjut dinyatakan bahwa strategi yang dapat dilakukan oleh guru di kelas untuk mempersiapkan siswa menjadi pembelajar matematika yang sukses: (1) strategi kosakata, yang membantu siswa memahami istilah-istilah yang penting untuk memahami matematika (Bethany, 2016), (2) strategi membaca-untuk-belajar, yang membekali siswa dengan metode untuk mengekstraksi makna dari teks matematika yang rumit, (3) strategi menulis, yang mempersiapkan siswa untuk pemecahan masalah dan membantu mereka mengenali langkah-langkah dalam proses matematika, (4) representasi grafis, yang membantu siswa memvisualisasikan konsep matematika dan mempersonalisasikan pemahaman mereka (Bethany, 2016) atau dukungan visual (Armstrong, Ming, & Helf, 2018), dan (5) strategi diskusi dan mendengarkan, yang membantu siswa mengakses pengetahuan sebelumnya dan berkomunikasi tentang pemecahan masalah. Selain itu, Bethany (2016) menggagas penggunaan strategi literasi dalam pembelajaran matematika, yaitu: (1) menggunakan skema (pengetahuan sebelumnya), (2) membuat koneksi, dan (3) membuat prediksi dan kesimpulan.

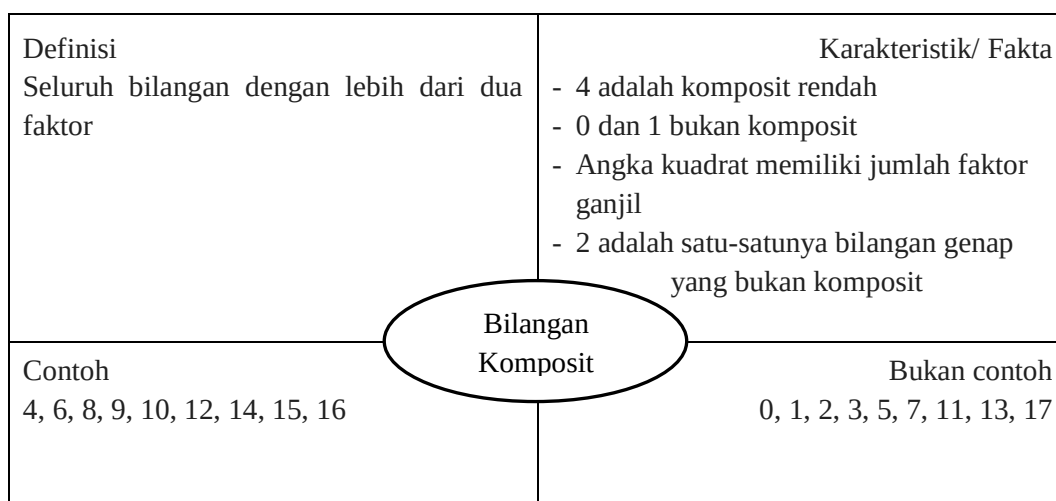
Strategi (1) sampai (3) pada Kenney (2007) dapat dilakukan dengan model Frayer (Armstrong, Ming, & Helf, 2018). Model Frayer untuk membangun kosa kata akademik, siswa perlu memahami penggunaan disiplin khusus kosa kata matematika untuk mengajukan pertanyaan, menguraikan dan berinteraksi dengan teks, dan membangun latar belakang pengetahuan. Ketika siswa dapat merumuskan pertanyaan berdasarkan pada kosa kata akademik yang sesuai, mereka lebih mampu untuk berpartisipasi dalam kegiatan seperti diskusi matematika. Siswa juga dapat menavigasi teks dan tidak menjadi putus asa ketika mereka mendekati kata atau konsep baru. Model Frayer khususnya membantu ketika ada kosakata matematika yang juga digunakan di area konten lain dengan cara yang berbeda atau ketika mengajarkan konsep-konsep baru dan sulit. Model Frayer disajikan pada Gambar 2.

Strategi Literasi dalam Pembelajaran Matematika Pada Era Industri 4.0



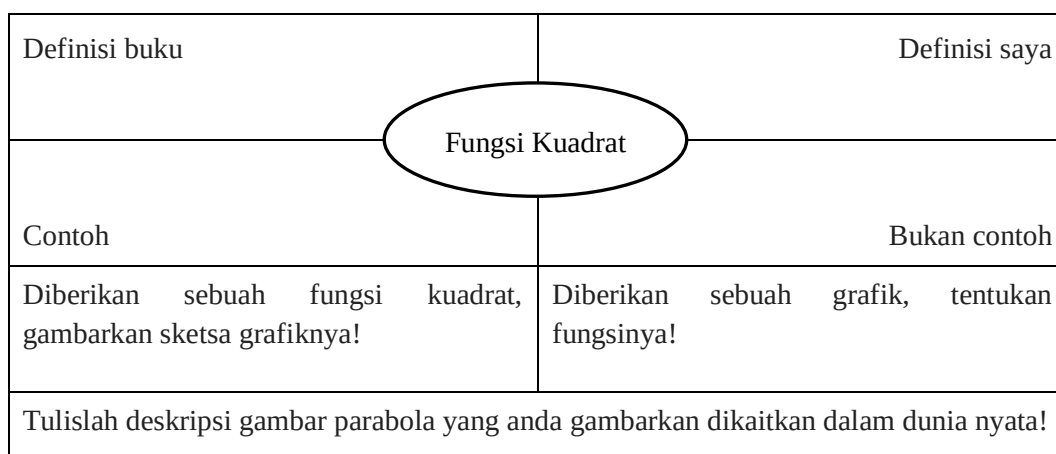
Gambar 2. Model Frayer

Contoh Model Frayer untuk bilangan komposit disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Frayer untuk Bilangan Komposit

Contoh Model Frayer untuk fungsi kuadrat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Model Frayer untuk Fungsi Kuadrat

Strategi dengan skema. Ketika merencanakan pelajaran matematika, akan sangat membantu bagi siswa jika dimulai dengan yang sudah siswa kenal dan berupaya membangun jembatan ke konten baru. Pada saat siswa mempelajari

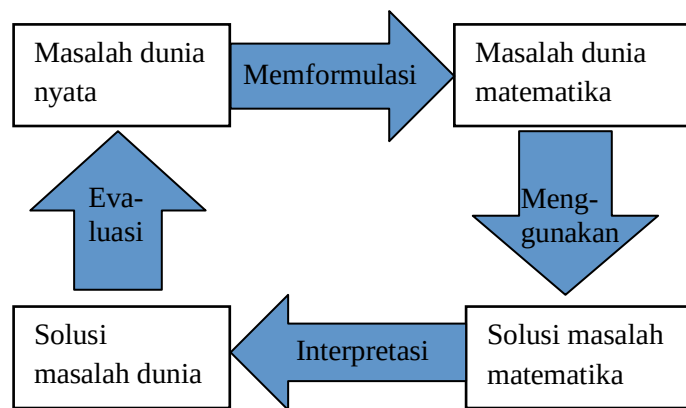
konsep yang baru, siswa akan mengalami ketidakseimbangan pada kognisinya. Untuk mengatasi ketidakseimbangan ini dilakukan melalui proses asimilasi atau akomodasi. Hal ini juga akan membantu siswa dalam memecahkan masalah. Ketika mereka melihat masalah matematika, mintalah mereka bertanya pada diri sendiri, “Apa yang saya tahu?”, kemudian menuliskannya. Cari hal-hal yang umum (seperti kosakata yang dikenal) dan lihat apakah itu memberikan wawasan tentang bagaimana menyelesaikan masalah. Metode populer dalam membaca instruksi adalah dengan menggunakan bagan KWL (*What do I Know, what do I Want to know, and then what did I Learn*). Ini dapat dengan mudah digunakan ketika mempelajari konsep matematika baru dan membantu anak-anak membuat koneksi. Metode KWL dapat disajikan seperti Gambar 5.

Topik	Seorang akan menukarkan uang Rp 50.000 dengan pecahan Rp 10.000 dan Rp 5.000. Berapa banyak pecahan Rp 10.000 dan Rp 5.000 yang mungkin didapat?	
APA YANG SAYA KETAHUI	APA YANG INGIN SAYA KETAHUI	APA YANG SAYA PELAJARI

Gambar 5. Model KWL

Strategi membuat koneksi. Strategi ini membantu siswa/anak menggunakan pengetahuan mereka sebelumnya memberi mereka sesuatu untuk menghubungkan konsep baru. Tetapi siswa dapat membuat koneksi dengan cara lain juga, dan ini adalah strategi yang sangat berguna untuk membantu mereka belajar, menerapkan dan mengingat konsep matematika baru. Jenis koneksi matematika: matematika ke ilmu lain, matematika untuk diri sendiri, dan matematika ke dunia nyata. Semua matematika saling terkait, dan penting untuk membantu anak-anak melihat hubungan antara satu konsep matematika dengan yang lainnya. Kemudian, harus ditemukan cara untuk membuat hubungan antara matematika yang dipelajari dengan kehidupan, dan membantu anak melihat matematika di dunia sekitar. Proses menyelesaikan masalah ekstra matematika atau dunia nyata membutuhkan keterampilan dan kompetensi yang diperoleh melalui sekolah dan pengalaman hidup. Peran mendasar dalam proses itu disebut sebagai ‘matematikalisasi’. Proses matematikalisasi terbagi menjadi dua bagian

besar. Proses pertama menstranformasi dunia nyata ke dunia matematika (memformulasi) yang dimulai dengan (1) masalah yang terletak pada “kenyataan”. (2) selanjutnya pemecah masalah mencoba mengidentifikasi matematika yang relevan, (3) mengatur kembali masalah sesuai dengan konsep matematika yang diidentifikasi diikuti dengan secara bertahap mengeliminir masalah nyata menjadi masalah matematika. Proses kedua bekerja dalam matematika, yaitu (4) menyelesaikan masalah matematika, dan (5) menginterpretasi solusi matematis ke dalam solusi dunia nyata. Gambar 6 menunjukkan karakter siklik dari proses matematikasisasi.



Gambar 6. Siklus Matematikasisasi

Kemampuan untuk merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks, termasuk penalaran matematis dan menggunakan konsep, prosedur, fakta dan alat matematika untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi fenomena merupakan literasi matematika (PISA, 2015). Sebagai contoh untuk kasus koneksi matematika dengan dunia nyata adalah Masalah Batu Taman (Tim Boudreau, 2015).

Strategi membuat prediksi dan kesimpulan. Strategi ini sangat penting untuk memahami apa yang dibaca sehingga perlu diadaptasi untuk pembelajaran matematika. Siswa perlu tahu bahwa membuat prediksi yang kemudian terbukti atau tidak terbukti adalah proses yang telah digunakan oleh ahli matematika. Memiliki ide tentang bagaimana menyelesaikan masalah, kemudian melihat bahwa itu adalah metode yang valid atau tidak adalah hal yang dilakukan sebagai ahli matematika. Ini adalah inti dari proses pemecahan masalah. Strategi ini akan

terbantu jika didukung oleh strategi membuat visualisasi. Memvisualisasikan dan menggambar adalah strategi membantu siswa memberikan gambaran mental yang akan membantu mereka mengingat apa yang telah dipelajari. Ini juga dapat membantu memecahkan masalah menjadi bagian-bagian yang lebih mudah dipahami. Visualisasi dapat dibantu dengan menggunakan *software* aplikasi, misalnya *Geogebra*.

Sebagai contoh masalah adalah

1. Ada sekitar 6 juta orang di Surabaya. Berapa guru sekolah yang ada?

Untuk menyelesaikan masalah ini (membuat prediksi secara rasional) adalah memformulasi masalah matematika dengan cara menentukan variabel yang penting, serta membuat asumsi-asumsi.

Jumlah populasi (p)	6.000.000
Lama sekolah (dasar dan menengah) (t)	12 tahun
Rata-rata umur (n)	80 tahun
Ukuran kelas (c)	25 siswa
Hubungan dan Fakta	Prediksi
Rasio populasi yang sekolah, t:n	1/7
Populasi yang sekolah, $p*(t:n)$	850.000
Jumlah guru, $p*(t:n): c$	34.000

2. Anda akan membuat kandang kelinci berbentuk persegi panjang. Anda telah memutuskan untuk membangun kandang menggunakan bagian belakang rumah Anda sebagai satu sisi kandang dan tiga sisi lainnya dengan pagar panjang. Jika Anda ingin memiliki ruang sebanyak mungkin, berapa panjang dan lebar kandang? Pertimbangkan, 1. Bisakah Anda memiliki 2 persegi panjang yang memiliki perimeter yang sama tetapi area yang berbeda? 2. Bisakah Anda memiliki 2 persegi panjang dengan area yang sama tetapi batas yang berbeda? 3. Bisakah Anda menentukan keliling persegi panjang jika area tersebut diketahui? 4. Bisakah Anda menentukan luas persegi panjang jika batasnya diketahui? (Smith dkk, 2005).
3. Sebuah ruangan berbentuk balok dengan panjang 6,5 meter, lebar 4,5 meter, dan tinggi 2,33 meter, akan diisi dengan kubus dan bola.

Strategi Literasi dalam Pembelajaran Matematika Pada Era Industri 4.0

- a. Sebuah blok besar yang telah dibuat berbentuk kubus $10 \times 10 \times 10$ dari 1000 kubus kecil dengan sisi 2cm. Lingkari angka yang sangat dekat dengan jumlah blok besar yang diperlukan untuk mengisi ruangan ini

100 1.000 10.000 100.000 1.000.000

Tentukan seakurat mungkin berapa banyak blok besar yang dibutuhkan untuk mengisi ruangan ini? Jelaskan metode Anda!

- b. Lingkari angka yang sangat dekat dengan jumlah bola tenis besar yang diperlukan untuk mengisi ruangan ini (asumsi diameter bola tenis 25cm)

100 1.000 10.000 100.000 1.000.000

Tentukan seakurat mungkin berapa banyak bola tenis yang dibutuhkan untuk mengisi ruangan ini? Jelaskan metode Anda! (Smith dkk, 2005).

SIMPULAN

Meskipun mempelajari bahasa matematika yang tepat itu sulit, dan terkadang membosankan, itu bisa sangat bermanfaat. Mahasiswa perlu belajar berkomunikasi seperti ahli matematika profesional karena literasi menyiratkan kemampuan terintegrasi untuk berfungsi secara baik dalam komunitas praktik tertentu (De Lange, 2003). Setelah lulus kuliah, diharapkan mahasiswa dapat memahami bagaimana “membaca” dan “menulis” menggunakan kosa kata matematika, notasi, dan cara-cara merepresentasikan data yang sesuai dengan konteksnya serta memiliki kemampuan berkomunikasi dengan benar dengan ahli matematika profesional di perguruan tinggi (pasca sarjana) atau dalam karier. Mahasiswa dapat menggunakan penalaran dan argumen matematis untuk menyelesaikan masalah dan menyajikan solusi menggunakan bahasa yang tepat dengan cara yang bisa dipahami oleh ahli matematika manapun (Martineau, 2017). Agar dapat memanfaatkan kehadiran era industri 4.0 atau mengantisipasi masa yang akan datang, mahir secara matematika sangat diperlukan. Strategi literasi dapat diterapkan dalam proses pembelajaran untuk mencapai kecakapan matematika, antara lain strategi kosakata dan notasi, skema, membuat koneksi, membuat prediksi dan kesimpulan, dan membuat visual. Strategi-strategi tidak berdiri sendiri dan akan menjadi lebih baik jika didukung dengan penggunaan teknologi yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, A., Ming, K., & Helf, S. (2018). Content Area Literacy in the Mathematics Classroom. *The Clearing House: A Journal of Education Strategies, Issues and Ideas*, 91(2), 1-11.
- Atif, K. (2013). *Mathematical Literacy: A Necessary Skill for the 21st Century*. Retrieved from <https://blogs.plos.org/scied/2013/02/11/mathematical-literacy-a-necessary-skill-for-the-21st-century/>.
- Bethany (2016). *Using Literacy Strategies to Teach Math*. Retrieved from <https://mathgeekmama.com/using-literacy-strategies-to-teach-math/>
- Borsecnik, L., & Holzhuter, K. (2015). *Mathematical Literacy and the Standards for Mathematical Practice*. Retrieved from <http://www.wismath.org/Resources/Documents/Annual%20Conference/113Lborsecnik-Connecting%20Math%20Practice%20Standards%20PP.pdf>.
- Brown-Martin, G. (2017). *Education and the Fourth Industrial Revolution*. Toronto: Groupe Média TFO.
- Department of Education (2003). *National Curriculum Statement Grades 10-12 (General); Mathematical Literacy*, South Africa.
- De Lange, J. (2003). Mathematic for Literacy in B. L. Madison & L. A. Steen (Eds.), *Quantitative Literacy: Why Numeracy Matters for Schools and Colleges* (pp. 75-89). United States: Woodrow Wilson Natl Foundation.
- De Lange, J. (2006). Mathematical Literacy for Living from OECD-PISA Perspective. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 25, 13-35.
- Devlin, K. (2000). *The four faces of mathematics*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265740772_The_Four_Faces_of_Mathematics.
- Edelman, J., & Hutchison, L. (2014). Literacy in the Mathematics Classroom in *Teaching Dilemmas and Solutions in Content-Area Literacy, Grades 6-12* (pp. 81-102). Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Fang, Z., & Coatoam, S. (2013). Disciplinary Literacy: What You Want to Know About It. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 56(8), 627-632.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). *Design Principles for Industry 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Retrieved from http://www.iim.mb.tu-dortmu nd.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf.
- Hynd-Shanahan, C. (2013). What does It Take? The Challenge of Disciplinary Literacy. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 57(2), 93-98.
- Ippolito, J., Dobbs, C. L., & Charner-Laird, M. (2017). What Literacy Means In Math Class. *The Learning Professional*, 38(2), 66-70.
- Kenney, J. M. (2007). *Literacy Strategies for Improving Mathematics Instruction*. Heatherton, Vic: Hawker Brownlow Education.
- Mulyani, S. (2018). *Matematika Diperlukan dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0*. Retrieved from <https://kumparan.com/bandungkiwari/sri-mulyani-matematika-diperlukan-dalam-menghadapi-revolusi-industri-4-0-1538271015315718945>.
- Marr, B. (2016). *What Everyone Must Know About Industry 4.0*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/06/20/what-everyone-must-know-about-industry-4-0/>.

- Martin (2017). *Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment*. Retrieved from <https://www.cleverism.com/industry-4-0/>.
- Martineau, C. (2017). *What is Mathematical Literacy*. Retrieved from <https://medium.com/literate-schools/what-is-mathematical-literacy-65775f3e5ce3>.
- Moore, M. (2018). *What is Industry 4.0? Everything you need to know*. Retrieved from <https://www.techradar.com/news/what-is-industry-40-everything-you-need-to-know>.
- OECD (1999). *Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment*. Paris: OECD.
- OECD (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2006/37464175.pdf>.
- Ojose, B. (2011). Mathematics Literacy: Are We Able To Put The Mathematics We Learn Into Everyday Use? *Journal of Mathematics Education*, 4(1), 89-100.
- PISA (2015). *PISA Results in focus*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>.
- Reavis, L. (2017). *Literacy in the mathematics classroom*. Retrieved from <https://medium.com/literate-schools/literacy-in-the-mathematics-classroom-e97c9a2979d7>.
- Shanahan, C. (2012). How disciplinary experts read in T. Jetton & C. Shanahan (Eds.) *Adolescent literacy in the academic disciplines: General principles and practical strategies* (pp. 6990). New York, NY: Guilford.
- Shanahan, C., & Shanahan, T. (2014). The implications of disciplinary literacy. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 57(8), 628-631.
- Smith, M. S., Silver, E. A., Stein, M. K., Henningsen, M. A., Boston, M., & Hughes, E. K. (2005) *Improving Instruction in Geometry: Using Cases to Transform Mathematics Teaching and Learning, Volume 3*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Steen, L. A. (2001). *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy*. Princeton, NJ: National Council on Education and the Disciplines.
- Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). Developing Mathematicalliteracy. *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study*, 10, 285-294.
- Storm, J., Catharines, S., Marseglia, A., & Lapointe, D. (2010). *What Does Math Literacy Mean?* Retrieved from <https://www.oxfordlearning.com/What-Does-math-literacy-mean/>.
- Sumirattana, S., Mekanong, A., & Thipkong, S. (2017). Using Realistic Mathematics Education and the DAPIC Problem-Solving Process to Enhance Secondary School Student's Mathematical Literacy. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38, 307-315.
- TFO (2017). *An Emergency for the World of Education: Adapting to the Digital Revolution*. Groupe Média.
- Toffler, A. (1970). *Future Shock*. États-Unis: Bantam Books.

- UNESCO (2004). The Plurality of Literacy and its implications for Policies and Programs . *UNESCO Education Sector Position Paper*, 13.
- Vithal, R., & Bishop, A. J. (2006). Mathematical Literacy: A New Literacy or A New Mathematics? *Pythagoras*, 64, 2-5.
- Watson, A. (2002). Teaching for understanding in L. Haggarty (Ed.), *Aspects of Teaching Secondary Mathematics: Perspectives on Practice* (pp.153-162). London, UK: Routledge Falmer.
- World Economic Forum (2016). *The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution*. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourthindustrial-revolution/>

EFEKTIVITAS *PROBLEM BASED LEARNING* DAN *PROBLEM SOLVING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS V DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Elva Pristy Afifah¹, Wahyudi², Yohana Setiawan³

^{1, 2, 3}Universitas Kristen Satya Wacana

292015035@student.uksw.edu¹, yudhi@staff.uksw.edu²,
yohana.setiawan05@gmail.com³

ABSTRAK

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui perbedaan efektivitas model *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas 5 pada pembelajaran matematika. Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen semu. Sampel pada penelitian ini yaitu 23 siswa SDN Gedangdowo 02 dan 18 siswa SDN Soko. Keberhasilan penelitian ini dilihat berdasarkan hasil analisis uji N-Gain untuk mengetahui keefektifannya, eksperimen 1 yang menggunakan model *Problem Based Learning* dan kelas eksperimen 2 menggunakan model *Problem Solving*. Hasil uji N-Gain menunjukkan kelas eksperimen 1 sebesar 0,59 dan kelas eksperimen 2 sebesar 0,50. Berdasarkan hasil penelitian dikatakan H_0 ditolak dan H_a diterima. Kesimpulannya adalah terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis antara siswa kelas V SDN Gedangdowo 02 menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan siswa kelas V SDN Soko menggunakan model pembelajaran *Problem Solving*. Dari hasil penelitian merekomendasikan pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, sebaiknya dijadikan alternatif dalam kegiatan pembelajaran matematika pada materi volume bangun ruang kubus dan balok.

Kata kunci: berpikir kritis, *problem based learning*, *problem solving*,

ABSTRACT

This study aims to determine the differences in the effectiveness of the Problem Based Learning and Problem Solving models on 5th grade students' critical thinking skills in mathematics learning. This research includes quasi-experimental research. The sample in this study were 23 students of SDN Gedangdowo 02 and 18 students of SDN Soko. The success of this study was seen based on the results of the N-Gain test to determine its effectiveness, experiment 1 using the Problem Based Learning model and experimental class 2 using the Problem Solving model. The results of the N-Gain test show that the experimental class 1 is 0.59 and the

experimental class 2 is 0.50. So based on the results of the study it was said that H_0 was rejected and H_a was accepted. The conclusion is that there is an increase in critical thinking skills between fifth grade students of SDN Gedangdowo 02 using the Problem Based Learning learning model with fifth grade students of Soko Elementary School using the Problem Solving learning model. From the results of the study recommending learning with the Problem Based Learning model can improve students' critical thinking skills, it should be used as an alternative in mathematics learning activities on the volume material of building cubes and blocks.

Keywords: critical thinking, *problem based learning*, *problem solving*

PENDAHULUAN

Kurikulum yang berlaku di Indonesia sekarang ini adalah kurikulum 2013. Kurikulum 2013 mengarah pada pembelajaran yang berbasis tematik integratif. Pembelajaran tematik integratif merupakan pembelajaran yang menggunakan tema sebagai pemersatu kegiatan pembelajaran yang memadukan beberapa mata pelajaran sekaligus dalam satu kali tatap muka (Mawardi, 2013). Pembelajaran tematik integratif yaitu pembelajaran dengan pendekatan yang mengintegrasikan berbagai kompetensi dan berbagai mata pelajaran dalam tema (Rahmawati, 2015). Pembelajaran tematik integratif adalah pembelajaran yang terdiri dari berbagai muatan pelajaran yang digabungkan sehingga membentuk suatu tema. Pada tingkat sekolah dasar pembelajaran tematik kelas rendah semua muatan pelajaran menjadi satu tetapi untuk kelas tinggi pelajaran matematika dan agama terpisah dari muatan pelajaran yang lainnya.

Matematika adalah mata pelajaran yang wajib ada di setiap jenjang pendidikan mulai dari SD hingga SMA. Matematika adalah mata pelajaran yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bukan hanya di sekolah, tetapi setiap saat akan selalu berhubungan dengan matematika. Namun, bagi sebagian besar siswa matematika adalah mata pelajaran yang sulit dan merasa kurang tertarik terhadap mata pelajaran matematika. Hal ini bisa jadi disebabkan karena metode, pendekatan atau penggunaan model pembelajaran yang digunakan oleh guru kurang menarik minat belajar siswa terhadap pelajaran matematika.

Dalam peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 20 Tahun 2006 mengatur tentang Standart isi, bahwa pembelajaran matematika bertujuan supaya

siswa memiliki kemampuan penalaran tinggi melalui latihan memecahkan masalah, membuat keputusan dan kesimpulan. Harapannya, pembelajaran seperti ini membuat siswa terlatih untuk berpikir kritis dalam menyelesaikan persoalan-persoalan tersebut. Pembelajaran matematika yang baik diharapkan siswa akan dapat memiliki kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif dan kemampuan untuk bekerjasama secara efektif sesuai dengan yang tercantum dalam Kurikulum 2013 (Permendikbud, 2013).

Berpikir kritis sama pengertiannya dengan berpikir konvergen yang berarti berpikir menuju satu arah yang benar atau satu jawaban yang paling tepat atau satu pemecahan dari suatu masalah. Dengan berpikir kritis dapat membantu siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran (Slameto, 2010). Berpikir kritis adalah sebuah proses yang terarah jelas dengan menggunakan kegiatan mental seperti memecahkan masalah, mengambil keputusan, menganalisis asumsi, dan melakukan penelitian ilmiah (Jhonson, 2010). Berpikir kritis adalah proses mental untuk menganalisis informasi. Informasi didapat melalui pengamatan, pengalaman, komunikasi, dan membaca (Suryosubroto, 2009). Berdasarkan uraian tersebut maka berpikir kritis merupakan proses berpikir ke arah yang lebih detail atau lebih mendalam. Berpikir kritis menuntut siswa untuk lebih meningkatkan kemampuan menganalisa suatu masalah, menemukan penyelesaian masalah serta memberikan ide-ide baru yang bisa memberikan gambaran baru atas pemecahan suatu masalah.

Menciptakan proses belajar mengajar yang menyenangkan adalah sesuatu yang menjadi tantangan seorang pendidik agar dapat meningkatkan minat belajar siswa. Oleh karena itu, pendidik diharapkan untuk dapat menciptakan proses belajar mengajar yang inovatif dan menyenangkan tetapi tidak menghilangkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Agar tujuan pembelajaran dapat tercapai maka perlu diciptakan proses belajar mengajar yang bermakna. Pembelajaran yang bermakna dapat diwujudkan apabila siswa terlibat langsung dalam proses kegiatan belajar mengajar, tidak hanya ceramah dan menghafal setiap materi tetapi peserta didik dapat menemukan bahkan memecahkan masalah. Dengan hal

itu, maka dibutuhkan model pembelajaran yang dapat menciptakan kondisi pembelajaran yang bermakna.

Banyak para ahli yang menemukan model pembelajaran inovatif yang dapat memfasilitasi peserta didik untuk dapat terlibat langsung pada proses belajar mengajar. Salah satunya ialah model pembelajaran berbasis pemecahan masalah yaitu model *Problem Based Learning*. Model pembelajaran *Problem Based Learning* menurut (Pusdiklates, 2003) adalah suatu proses pembelajaran yang diawali dari masalah-masalah atau lingkungan belajar yang didalamnya menggunakan masalah untuk belajar. Dimana peserta didik dihadapkan pada suatu masalah dan nantinya peserta didik akan memecahkan masalah tersebut dan memperoleh pengetahuan baru. *Problem Based Learning* adalah pembelajaran yang melatih dan mengembangkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah berorientasi pada masalah otentik dari kehidupan aktual siswa, untuk merangsang kemampuan tingkat tinggi (Slameto, 2015). Model pembelajaran *Problem Based Learning* model pembelajaran yang melatih ketrampilan peserta didik untuk menyelesaikan masalah dan mendapat pengetahuan yang baru, selain itu dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* melatih peserta didik untuk berpikir tingkat tinggi.

Problem Solving adalah belajar memecahkan masalah, pada tingkat ini peserta didik memecahkan masalah, memberikan respon terhadap rangsangan yang menggambarkan situasi permasalahan yang terjadi, yang menggunakan berbagai kaidah yang telah dikuasainya (Arif dan Hidayat, 2016). Model pembelajaran *Problem Solving* adalah pembelajaran dengan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk memecahkan masalah sesuai situasi realitas dalam kehidupan sehari-hari Lee dalam (Agustina dan Vahlia, 2016). Maka disimpulkan bahwa model pembelajaran *Problem Solving* adalah proses pembelajaran pemecahan masalah dengan kemampuan yang dimiliki oleh peserta didik, sehingga dapat melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi. Selain itu peserta didik juga mendapatkan pengalaman langsung dari proses pembelajaran yang ada.

Model pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* keduanya sama pembelajaran berbasis masalah atau pemecahan masalah. Langkah pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* sama yaitu

pemberian masalah dari guru. Sedangkan perbedaan dari keduanya yaitu terletak pada masalah yang dipecahkan atau diselesaikan. Pada *Problem Solving* masalah yang diberikan biasanya bukan masalah yang nyata seperti pada *Problem Based Learning*, dan cara penyelesaiannya juga berbeda. Pada *Problem Solving* masalah dapat diselesaikan hanya dengan diskusi saja, tetapi pada *Problem Based Learning* dibutuhkan penelitian mengenai masalah, sehingga penyelesaian yang diberikan benar-benar telah banyak melalui proses yang panjang.

Dalam penelitian ini penulis melakukan eksperimen tentang Model Pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis. Hal ini ditinjau karena keraguraguan penulis dalam penerapan kedua model tersebut untuk meningkatkan berpikir kritis siswa pada materi bangun ruang kubus dan balok yang sebagian besar siswa masih mendapatkan nilai dibawah rata-rata.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen menggunakan metode eksperimen kuasi dengan pola *non-equivalent control group design*. Penelitian menggunakan desain eksperimen *non-equivalent control group design* dapat menyelidiki pengaruh dari dua atau lebih variabel yang digunakan. Desain penelitian inidapat melihat perbedaan efektivitas model pembelajaran *Problem Based Learning* dan model pembelajaran *Problem Solving* setelah diberikan perlakuan. Berikut gambaran mengenai design penelitian *Non equivalent control group design* menurut Johnson & Christensen (2014).

Tabel 1. Desain Eksperimen (*Non-equivalent Control Group Design*)

Group	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O_1	X_1	O_2
Kontrol	O_3	X_2	O_4

Keterangan:

O_1 : Pengukuran awal hasil belajar (*pretest*) pada kelas eksperimen 1

O_3 : Pengukuran awal hasil belajar (*pretest*) pada kelas eksperimen 2

X_1 : Perlakuan untuk kelompok eksperimen yaitu pembelajaran menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

X_2 : Perlakuan untuk kelompok kontrol yaitu pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Solving*

O_2 : Pengukuran akhir hasil belajar (*posttest*) pada kelas eksperimen 1

O_4 : Pengukuran akhir hasil belajar (*posttest*) pada kelas eksperimen 2

Tempat penelitian di Gugus Madukara, Kecamatan Jepon, Kabupaten Blora. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas V sebanyak 41 siswa, 23 siswa SDN Gedangdowo 02, dan 18 siswa SDN Soko. Materi pembelajaran yang digunakan ialah menyelesaikan masalah mengenai volume bangun ruang kubus dan balok.

Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini: memberikan soal *pretest* kepada dua kelompok eksperimen. Hal ini bertujuan untuk memahami kemampuan awal yang dimiliki siswa sebelum diberi perlakuan. Pada kelompok Ekspeimen 1 diberikan perlakuan menggunakan model *PBL* dan kelompok Eksperimen 2 menggunakan model *PS*. Setelah diberikan perlakuan yang berbeda, kedua kelompok diberikan soal *posttest* yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh setelah diberi perlakuan antara kedua model pembelajaran tersebut.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data menggunakan teknik tes dan non tes. Teknik tes digunakan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa. Bentuk tes yang digunakan adalah berupa tes uraian. Teknik non tes yang digunakan adalah teknik observasi yang digunakan untuk melihat situasi/kondisi tempat penelitian akan dilakukan.

Disamping itu, juga terdapat langkah-langkah untuk mengumpulkan data diantaranya: menyusun kisi-kisi, menyusun instrumen penelitian, melakukan uji validitas dan reliabilitas, memberikan *pretest*, memberikan tindakan penelitian, memberikan *posttest*, dan yang terakhir yaitu menganalisis data.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk hasil data yang berupa proses dan hasil. Proses yang dimaksud adalah pelaksanaan pembelajaran untuk kedua model yang

digunakan. Analisis hasil digunakan untuk menganalisis hasil tes yang digunakan untuk melihat efektivitas masing-masing model.

Keefektifan model *PBL* dan *PS* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dilakukan uji beda rata-rata dengan menggunakan *Independent Sample T-Test*. Penggunaan data dalam uji beda rata-rata adalah data sesudah perlakuan atau *posttest*. Kemudian setelah memperoleh hasil dilakukan uji hipotesis yang memiliki kriteria keputusan H_0 diterima apabila probabilitas $> 0,05$ dan H_a diterima jika probabilitas $< 0,05$. Setelah mengetahui keefektifan dari kedua model terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, kemudian dilakukan uji *N-Gain* untuk mengetahui kekuatan efektivitas dari kedua kelas eksperimen.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

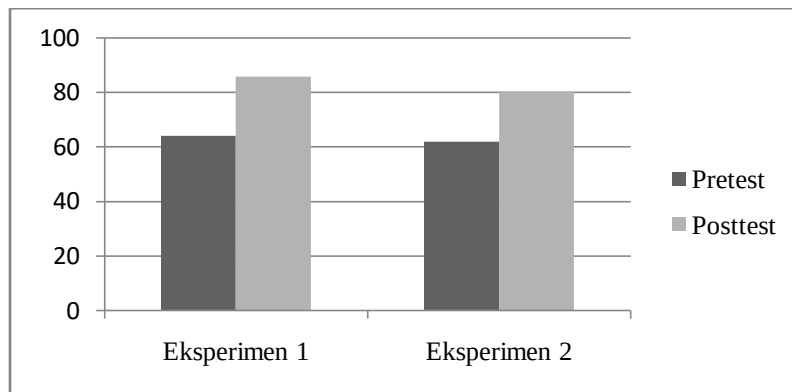
Berdasarkan hasil analisis deskriptif diperoleh data komparasi hasil pengukuran *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis siswa yang disajikan sebagai berikut:

Tabel 2. Komparasi Hasil Pengukuran Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Pengukuran	Rata-rata Skor (mean)		Selisih
	Eksperimen 1	Eksperimen 2	
<i>Pretest</i>	64,22	61,94	2,28
<i>Posttest</i>	85,83	80,44	5,39

Berdasarkan data komparasi rata-rata yang disajikan pada Tabel 2, rata-rata skor *pretest* antara kelompok eksperimen 1 yang diberikan perlakuan *PBL* dan kelompok eksperimen 2 yang diberi perlakuan *PS* terdapat selisih sekitar 2,24. Sedangkan untuk rata-rata skor *posttest* antara kedua kelompok eksperimen terdapat selisih sebesar 5,36. Berikut diagram komparasi data kedua kelompok disajikan dalam Gambar 1.

Berdasarkan informasi Gambar 1, dapat diketahui adanya peningkatan pada kelompok eksperimen 1 yang menerapkan model *PBL* maupun kelompok eksperimen 2 dengan model *PS*. Dari hasil perolehan data penelitian selanjutnya dilaksanakan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai uji persyaratan. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 3 sedangkan hasil uji homogenitas pada Tabel 4 dan 5.



Gambar 1. Komparasi Data Kelompok Eksperimen

Tabel 3. Uji Normalitas Kelompok Eksperimen 1 dan Eksperimen 2

		Shapiro-Wilk		
	Kelas	Statistic	Df	Sig.
Hasil Belajar Siswa	Pretest PBL	,922	23	,073
	Posttest PBL	,931	23	,117
	Pretest PS	,850	18	,008
	Posttest PS	,948	18	,397

Hasil uji normalitas *pretest* dan *posttest* dari kedua kelas eksperimen. Teknik yang digunakan dalam uji normalitas adalah Shapiro-Wilk dapat dikatakan berdistribusi normal jika hasil signifikan $> 0,05$.

1. Tingkat signifikansi nilai *pretest* kelompok eksperimen 1 adalah $0,073 > 0,05$, artinya nilai berdistribusi normal.
2. Tingkat signifikansi nilai *posttest* kelompok eksperimen 1 adalah $0,117 > 0,05$, artinya nilai berdistribusi normal.
3. Tingkat signifikansi nilai *pretest* kelompok eksperimen 2 adalah $0,008 > 0,05$, artinya nilai berdistribusi normal.
4. Tingkat signifikansi nilai *pretest* kelompok eksperimen 2 adalah $0,397 > 0,05$, artinya nilai berdistribusi normal.

Dari data diatas dapat diketahui perolehan hasil *pretest* dan *posttest* signifikan $> 0,05$ maka disimpulkan bahwa data memiliki berdistribusi normal.

Berdasarkan informasi Tabel 4 dan Tabel 5 diperoleh hasil uji homogenitas menggunakan metode *Lavene's Test*. Dengan memilih salah satu interpretasi statistik yang didasarkan pada rata-rata (*Based on Mean*). Pada Tabel 4 menunjukkan hasil uji homogenitas sebelum diberi perlakuan memperoleh nilai

signifikansi 0,007 dimana $< 0,05$ yang berarti kedua kelas sebelum diberi perlakuan tidak memiliki varian yang sama atau tidak homogen. Sedangkan pada Tabel 5 menunjukkan hasil uji homogenitas setelah diberi perlakuan memperoleh nilai signifikansi 0,802 dimana $> 0,05$ yang berarti kedua kelas sesudah diberi perlakuan memiliki varian yang berbeda atau homogen

Tabel 4. Uji Homogenitas Sebelum Perlakuan

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar Siswa	Based on Mean	8,127	1	39	,007
	Based on Median	4,104	1	39	,050
	Based on Median and with adjusted df	4,104	1	34,863	,051
	Based on trimmed mean	7,955	1	39	,008

Tabel 5. Uji Homogenitas Setelah Perlakuan

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar Siswa	Based on Mean	,063	1	39	,802
	Based on Median	,061	1	39	,806
	Based on Median and with adjusted df	,061	1	38,633	,806
	Based on trimmed mean	,069	1	39	,794

Setelah melakukan uji persyaratan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa data distribusi normal dan tidak homogen. Setelah itu dilakukan analisis uji T menggunakan *independent sample T test*. Uji T bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan efektivitas antara kedua kelompok eksperimen terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil analisis uji T disajikan dalam bentuk Tabel 6.

Berdasarkan data Tabel 6, hasil uji T menggunakan *independent sample T test* menunjukkan hasil bahwa t_{hitung} sebesar 2,114 dengan signifikansi pada kolom Sig(2-tailed) sebesar 0,041. Perbedaan rata-rata dari kelompok mean *difference* sebesar 5,382. T_{tabel} yang diperoleh dari data diatas adalah 2,020.

Tabel 6. Hasil Analisis Uji T dengan Independent Sample T-Test

		Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
										Lower	Upper
Hasil Belajar	Equal variances assumed	,063	,802	2,114	39	,041	5,382	2,546	,233	10,530	
	Equal variances not assumed			2,104	36,005	,042	5,382	2,557	,195	10,568	

Setelah melakukan analisis uji *independent sample T test* pada Tabel 6, selanjutnya untuk uji hipotesis penelitian. Langkah-langkah dalam pengujian hipotesis bertujuan untuk menentukan apakah hipotesis diterima atau ditolak.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan model *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* terhadap kemampuan berpikir kritis dalam mata pelajaran Matematika siswa kelas V.

H_a : Terdapat perbedaan yang signifikan antara penggunaan model *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* terhadap kemampuan berpikir kritis dalam mata pelajaran Matematika siswa kelas V.

Kriteria pengambilan keputusan:

1. Menggunakan koefisien Sig. Dengan ketentuan :
 - a. Jika nilai sig. Hitung (probabilitas) $< 0,05$ H_0 ditolak
 - b. Jika nilai sig. Hitung (probabilitas) $> 0,05$ H_0 diterima
2. Menggunakan koefisien t Hitung dengan ketentuan :
 - a. Jika koefisien t Hitung $> t$ tabel maka H_0 ditolak
 - b. Jika koefisien t Hitung $> t$ tabel maka H_0 diterima

Sesuai dengan kriteria pengujian hipotesis, bahwa nilai signifikasinya menunjukkan $0,041 < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Oleh sebab itu hasil uji hipotesis menyatakan terdapat perbedaan efektivitas model pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* terhadap kemampuan berpikir kritis dalam mata pelajaran Matematika siswa kelas V.

Berdasarkan uji beda rata-rata *posttest* dapat dilihat bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa kelompok eksperimen 1 lebih tinggi dibandingkan

dengan kelompok eksperimen 2. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan pada kelompok eksperimen 1 lebih efektif dibandingkan dengan perlakuan kelompok eksperimen 2. Uji normalitas Gain digunakan untuk mengetahui seberapa kuat keefektifan dari penerapan kedua model pembelajaran. Rumus yang digunakan dalam uji normalitas Gain yaitu rumus Hake yang dapat dilihat pada tabel berikut.

$$N - gain = \frac{S_{posttest} - S_{pretest}}{S_{max} - S_{pretest}}$$

Keterangan:

$S_{posttest}$: Skor *posttest*

$S_{pretest}$: Skor *pretest*

S_{max} : Skor maksimum ideal

Tabel 7. Kategori Perolehan Skor N-Gain

Batasan	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Hasil uji normalitas gain kelas eksperimen 1 menunjukkan bahwa rata-rata kelas eksperimen 1 mengalami peningkatan sebesar 0,59 yang berarti N-Gain mengalami peningkatan kategori sedang. Sedangkan hasil uji normalitas gain kelas eksperimen 2 memiliki rata-rata 0,50 yang berarti N-Gain juga mengalami peningkatan kategori sedang.

Berdasarkan hasil penelitian, model pembelajaran *Problem Based Learning* dan *Problem Solving* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Keberhasilan penelitian ini didukung dengan meningkatnya hasil *pretest* ke *posttest* sehingga dapat diketahui terdapat perbedaan yang signifikan ketika sesudah dilakukan penerapan menggunakan model *Problem Based Learning* dan sesudah dilakukan penerapan model *Problem Solving*. Dengan dilakukan analisis data menunjukkan hasil menggunakan model *Problem Based Learning* lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan model *Problem Solving*.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa dari kelas eksperimen 1 yang menggunakan model *Problem Based Learning* dan kelas eksperimen 2 menggunakan model *Problem Solving*. Kedua model tersebut dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa dengan hasil uji N-Gain untuk mengetahui keefektifannya. Hasil uji N-Gain menunjukkan kelas eksperimen 1 sebesar 0,59 dan kelas eksperimen 2 sebesar 0,50 sehingga dapat disimpulkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa lebih efektif jika menggunakan model *Problem Based Learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, T. (2009). *Inovasi Pendidikan Melalui Problem Based Learning*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.
- Andari, T. (2012). Efektifitas Pembelajaran Matematika Menggunakan Pendekatan Kontekstual Terhadap Prestasi Belajar Matematika ditinjau dari Kemampuan Awal Siswa Kelas V SD Se-Kecamatan Bangunrejo kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 1 (1).
- Arifin, Z. (2012). *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.
- Boendan, D. d. (2017). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Ditinjau Dari Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Kepercayaan Diri Siswa Kelas VII SMP Negeri 1 Sanden Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6 (9).
- Fadillah, A. (2016). Pengaruh Pembelajaran Problem Solving Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 2 (1).
- Indarwati, D., Wahyudi, W., & Ratu, N. (2014). PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA MELALUI PENERAPAN PROBLEM BASED LEARNING UNTUK SISWA KELAS V SD. *Satya Widya*, 30(1), 17-27.
- Mahmuzah, R. (2015). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP Melalui Pendekatan Problem Posing. *Jurnal Peluang*, 4 (1), 2302-5158.
- Sanjaya, W. (2013). *PENELITIAN PENDIDIKAN Jenis, Metode dan Prosedur*. Jakarta: Kencana Premada Media Group.
- Slameto (2010). *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

- Slameto (2015). *Metodologi Penelitian & Inovasi Pendidikan*. Salatiga: Satya Wacana University Press.
- Sugiono (2011). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyanto (2010). *Model-model Pembelajaran Inovatif (Cetakan Ke-2)*. Surakarta: Yuma Pressindo.
- Sugiyono (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif & RND*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono, P. D. (2013). *METODE PENELITIAN PENDIDIKAN (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alvabeta.
- Sugiyono, P. (2013). *METODE PENELITIAN PENDIDIKAN (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alvabeta.
- Suryosubroto, B. (2009). *Proses Belajar Mengajar Di Sekolah*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Wahyudi, A. I. (2018). Pengembangan Model Blended Learning Berbasis Proyek untuk Menunjang Kreatifitas Mahasiswa Merancang Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 6 (2), 68-81.
- Wahyudi, Waluya, S. B., Rochmad, & Suyitno, H. (2018). Assimilation and Accommodation Processes in Improving Mathematical Creative Thinking with Scaffolding According to Learning Style. In *Journal of Physics: Conference Series*(Vol. 1097). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012156>
- Yusi Hidjrawan, I. K. (2016). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Solving Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Larutan Penyangga di SMA Negeri 7 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4 (2), 140-150.
- Yusuf, O. L. (2017). *Problem Solving Dalam Pembelajaran Matematika*. UIN Raden Intan Lampung.

DIMENSI METRIK PENGHAPUSAN SATU SIMPUL GRAF DUAL PRISMA

Fenny Fitriani

Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

fenny_f@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Salah satu bentuk dari graf adalah graf dual. Graf dual tersebut didapatkan dari graf yang tidak memiliki sisi yang berpotongan. Salah satu jenis graf dual yang ada adalah graf dual prisma $P'_{m,n}$. Graf dual prisma $P'_{m,n}$ merupakan graf dual yang terbentuk dari graf prisma $P_{m,n}$. Selain itu, dalam teori graf, terdapat kajian mengenai dimensi metrik dari graf. Dimensi metrik dari graf didapatkan dari nilai kardinalitas yang paling kecil dari suatu himpunan pembeda. Dalam paper ini dijabarkan tentang dimensi metrik dari penghapusan satu simpul pada graf dual prisma. Pada graf dual prisma $P'_{m,2}$, penghapusan simpul yang dilakukan pada simpul u_2 . Pada graf dual prisma $P'_{m,n}$, penghapusan simpul yang dilakukan pada simpul u_n . Nilai dari dimensi metrik graf dual prisma $P'_{m,2}$ dengan penghapusan simpul u_2 sama dengan nilai dimensi metrik graf W_n dan nilai dari dimensi metrik graf dual prisma $P'_{m,n}$ dengan penghapusan simpul u_n didapatkan dalam dua kondisi yaitu pada $3 \leq m \leq 5$ dan pada $m \geq 6$.

Kata kunci: dimensi metrik, graf dual, graf dual prisma, penghapusan simpul.

ABSTRACT

One form of graph is a dual graph. The dual graph is obtained from a graph that has no intersecting sides. One type of dual graph that exists is a dual prism graph $P'_{m,n}$. A dual prism graph $P'_{m,n}$ is a dual graph which formed from prism graph $P_{m,n}$. In addition, in graph theory, there is a study of the metric dimensions of graphs. The metric dimension of a graph is obtained from the smallest cardinality of a distinguishing set. In this paper, we describe the metric dimensions of the elimination of one vertex in a dual prism graph. At the dual prism graph $P'_{m,2}$, vertex elimination is performed at the vertex u_2 . At the dual prism graph $P'_{m,n}$, vertex elimination is performed at the vertex u_n . The metric dimension of the dual prism graph $P'_{m,2}$ with the elimination of the vertex u_2 is the same as the value of the metric dimension W_n graph and the metric dimension of the dual prism graph $P'_{m,n}$ with the elimination of the vertex u_n obtained in two conditions for $3 \leq m \leq 5$ and $m \geq 6$.

Keywords: metric dimension, dual graph, dual prism graph, deleting vertex.

PENDAHULUAN

Salah satu jenis graf adalah graf prisma $P_{m,n}$ dengan m menunjukkan jumlah simpul dari graf *cycle* pembentuk graf $P_{m,n}$ dan n menunjukkan jumlah simpul dari graf garis pembentuk graf $P_{m,n}$. Dari graf prisma tersebut dapat dibentuk kedalam graf dual prisma $P'_{m,n}$. Penelitian yang telah dilakukan yang berhubungan dengan graf dual prisma adalah penelitian mengenai dimensi metrik dari graf dual prisma $P'_{m,n}$ (Fitriani, 2018). Dimensi metrik sendiri merupakan nilai kardinalitas yang paling kecil dari suatu himpunan pembeda dari graf. Beberapa penelitian yang berhubungan dengan dimensi metrik telah dilakukan pada beberapa jenis graf antara lain pada graf tangga (Saifudin, 2016), graf khusus pada keluarga pohon (Sulistio, Slamin, & Dafik, 2015), graf $W_n + C_n$ dengan $n \in \{3,4\}$ (Robi Nugraha Sayi Putra, 2018), graf amal (Utomo & Dewi, 2018), dan graf $K_r + mK_s$ dengan $m, r, s \in N$ (Hindayani, 2011),

Selain itu, salah satu operasi yang dapat dilakukan pada graf adalah dengan menghapus salah satu simpul dari graf. penghapusan simpul tersebut mengakibatkan terhapusnya sisi-sisi yang melekat pada simpul yang terhapus. Penelitian yang mengkaji masalah penghapusan simpul dari graf masih belum banyak dilakukan. Salah satu penelitian yang dilakukan yang berkaitan dengan penghapusan simpul adalah penelitian yang dilakukan oleh Arief pada tahun 2012 mengenai palebelan jumlah eksklusif pada graf *hairycycle*. Akan tetapi, penelitian yang mengaitkan penghapusan simpul dengan dimensi metrik masih belum ditemukan. Dalam artikel ini akan dijabarkan mengenai dimensi metrik terhadap graf dual prisma dengan melakukan penghapusan satu simpul.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian yang dilakukan, langkah yang dilakukan antara lain:

1. Menkonstruksi graf dual prisma dari graf prisma.
2. Melakukan pengoperasian penghapusan satu simpul dari graf dual prisma yang terbentuk.
3. Menentukan batas atas dan batas bawah dimensi metrik.
4. Menentukan dimensi metrik berdasarkan batas atas dan batas bawah.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitriani pada tahun 2018, diketahui bahwa graf dual prisma $P'_{m,n}$ memiliki simpul $V(P'_{m,n}) = \{u_0, u_n\} \cup \{u_{i,j} | 1 \leq i \leq m \text{ dan } i \leq j \leq n\}$. Dalam penelitian ini, penghapusan simpul dari dual graf prisma $P'_{m,n}$ dilakukan pada simpul u_n . Nilai dimensi metrik dari penghapusan simpul u_n didapatkan dalam dua kondisi, yaitu pada $n = 2$ dan $n \geq 3$.

Teorema 1. Jika graf $P'_{m,2} - u_2$ merupakan graf yang terbentuk dari penghapusan simpul u_2 pada graf $P'_{m,2}$, maka dimensi metrik dari $P'_{m,2} - u_2$ adalah $\left\lfloor \frac{2m+2}{5} \right\rfloor$ untuk $m \geq 7$.

Bukti. Dari hasil penghapusan simpul u_2 pada graf $P'_{m,2}$ merupakan graf W_m . Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Caceres, dkk., 2005), maka $\dim(P'_{m,2} - u_2) = \left\lfloor \frac{2m+2}{5} \right\rfloor$ untuk $m \geq 7$. ■

Teorema 2. Jika graf $P'_{m,n} - u_n$ merupakan graf yang terbentuk dari penghapusan simpul u_n pada graf $P'_{m,n}$ dengan $n \geq 3$, maka dimensi metrik dari $P'_{m,n} - u_n$ adalah

$$\dim(P'_{m,n} - u_n) = \begin{cases} 3, & \text{untuk } 3 \leq m \leq 5 \\ \left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor, & \text{untuk } m \geq 6 \end{cases}$$

Bukti. Pembuktian dari dimensi metrik penghapusan simpul u_n pada graf $P'_{m,n}$ dengan $n \geq 3$ dilakukan pada dua keadaan yaitu pada nilai $3 \leq m \leq 5$ dan $m \geq 6$.

Keadaan 1: Untuk membuktikan nilai $\dim(P'_{m,n} - u_n) = 3$ pada $3 \leq m \leq 5$, maka perlu dibuktikan batas atas dari dimensi atau $\dim(P'_{m,n} - u_n) \leq 3$ apabila $3 \leq m \leq 5$ dan batas bawah dari dimensi atau $\dim(P'_{m,n} - u_n) \geq 3$ apabila $3 \leq m \leq 5$. Untuk batas atas dari dimensi metrik, jika dimisalkan himpunan $W = \{u_{1,1}, u_{2,1}, u_{3,1}\}$, maka hasil representasi simpul $u \in V(P'_{m,n} - u_n)$ terhadap himpunan W adalah $r(u_0|W) = (1,1,1)$ dan

$r(u_{k,l}|W) = ((k-1) + (l-1), (k-2) + (l-1), (k-3) + (l-1))$ untuk $1 < k < n$. Hal ini menunjukkan bahwa hasil representasi setiap simpul $u \in V(P'_{m,n} - u_n)$ terhadap W berbeda, sehingga W merupakan himpunan pembeda dari $P'_{m,n} - u_n$ pada $3 \leq m \leq 5$. Dengan kata lain didapatkan $\dim(P'_{m,n} - u_n) \leq 3$. Untuk batas bawah dari dimensi metrik, karena setiap simpul pada siklus pertama memiliki tetangga yang sama yaitu simpul u_0 maka mengakibatkan jarak tiap simpul pada siklus pertama maksimal adalah 2. Pada $m = 5$, mudah diketahui bahwa $\dim(P'_{m,n} - u_n) \geq 3$. Pada $m = 3$ dan $m = 4$, karena jarak tiap simpul maksimal 2 sehingga didapatkan $\dim(P'_{m,n} - u_n) \geq 2$. Pada $m = 3$, hasil representasi simpul siklus pertama yang tersisa sama dengan hasil representasi simpul u_0 , $r(u_{k,1}|W) = r(u_0|W)$, sehingga $\dim(P'_{m,n} - u_n) \geq 3$. Pada $m = 4$, hasil representasi simpul siklus pertama yang tersisa sama dengan 2 simpul dari siklus kedua yang bertetangga dengan simpul di W , $r(u_{k,1}|W) = r(u_{l,2}|W)$ untuk $k \neq l$, sehingga $\dim(P'_{m,n} - u_n) \geq 3$. Karena $3 \leq \dim(P'_{m,n} - u_n) \leq 3$ maka $\dim(P'_{m,n} - u_n) = 3$.

Keadaan 2: Untuk membuktikan nilai $\dim(P'_{m,n} - u_n) = \left\lceil \frac{2m}{5} \right\rceil$ pada $m \geq 6$, maka perlu dibuktikan batas atas dari dimensi atau $\dim(P'_{m,n} - u_n) \leq \left\lceil \frac{2m}{5} \right\rceil$ apabila $m \geq 6$ dan batas bawah dari dimensi atau $\dim(P'_{m,n} - u_n) \geq \left\lceil \frac{2m}{5} \right\rceil$ apabila $m \geq 6$. Untuk batas atas dari dimensi metrik, dikonstruksikan himpunan pembeda W dengan $\left\lceil \frac{2m}{5} \right\rceil$ simpul. Pengkonstruksian yang didapatkan terbagi atas tiga kelompok, yaitu:

- a. Apabila $m \bmod 5 \equiv 1$ atau 2

Apabila dimisalkan $m = 5k + 1$ atau $m = 5k + 2$, hal ini mengakibatkan

$\left\lceil \frac{2m}{5} \right\rceil = 2k + 1$ dengan $k \geq 1$. Sehingga didapatkan himpunan pembeda

$$W = \{u_{1+5l,1}, u_{3+5l,1} | 0 \leq l < k\} \cup \{u_{5k+1,1}\}.$$

b. Apabila $m \bmod 5 \equiv 3$ atau 4

Apabila dimisalkan $m = 5k + 3$ atau $m = 5k + 4$, hal ini mengakibatkan

$\left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor = 2k + 2$ dengan $k \geq 1$. Sehingga didapatkan himpunan pembeda

$$W = \{u_{3+5l,1}, u_{6+5l,1} | 0 \leq l < k\} \cup \{u_{1,1}, u_{5k+3,1}\}.$$

c. Apabila $m \bmod 5 \equiv 0$

Apabila dimisalkan $m = 5k$, hal ini mengakibatkan $\left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor = 2k$ dengan

$k \geq 1$. Sehingga didapatkan himpunan pembeda $W =$

$$\{u_{3+5l,1}, u_{6+5l,1} | 0 \leq l < k - 1\} \cup \{u_{1,1}, u_{5k-2,1}\}.$$

Dari ketiga kelompok penkontruksian himpunan pembeda W tersebut, didapatkan

untuk setiap $u \in V(P'_{m,n} - u_n)$ memiliki representasi yang berbeda terhadap

himpunan W . Dengan kata lain, $\dim(P'_{m,n} - u_n) \leq \left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor$. Untuk batas bawah dari

dimensi metrik dilakukan dengan memisalkan $\dim(P'_{m,n} - u_n) = \left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor - 1$.

Apabila $\left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor - 1$ simpul berada pada siklus pertama, maka terdapat hasil

representasi yang sama terhadap himpunan W . Apabila $\left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor - 1$ berada pada n

siklus, maka terdapat representasi simpul yang sama terhadap himpunan W . Dari

uraian tersebut didapatkan bahwa $|W| \geq \left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor$, dengan kata lain $\dim(p'_{m,n} -$

$u_n) \geq \left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor$. Karena $\left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor \leq \dim(P'_{m,n} - U_n) \leq \left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor$, maka $\dim(P'_{m,n} - u_n) =$

$$\left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor. \quad \blacksquare$$

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, maka didapatkan bahwa dimensi metrik dari

graf dual prisma $P'_{m,n}$ dengan penghapusan simpul u_n didapatkan dalam dua

keadaan, yaitu nilai dimensi metrik pada $n = 2$ adalah $\dim(P'_{m,2} - u_2) = \left\lfloor \frac{2m+2}{5} \right\rfloor$

untuk $m \geq 7$ dan nilai dimensi metrik pada $n \geq 3$ adalah $\dim(P'_{m,n} - u_n) = 3$

apabila $3 \leq m \leq 5$ serta $\dim(P'_{m,n} - u_n) = \left\lfloor \frac{2m}{5} \right\rfloor$ apabila $m \geq 6$.

DAFTAR PUSTAKA

- Addinnitya, A. (2012). *Pelabelan Jumlah Eksklusif pada Graf Matahari, Graf Korona, dan Graf Hairycycle dengan Banyak Simpul Lingkaran Genap*. Depok: FMIPA UI.
- Caceres, J., Hernando, C., Mora, M., Pelayo, I. M., Puertas, M. L., Seara, C., & Wood, D. R. (2005). On the metric dimension of some families of graphs. *Electronic Notes in Disc. Math.*, 22, 129-133.
- Fitriani, F. (2018). Dimensi Metrik Graf Dual Prisma. *Unisda Journal of Mathematics and Computer Science*, 4(2), 7-13.
- Hindayani (2011). Dimensi Metrik Graf $K_r + mK_s$, $m, r, s \in \mathbb{N}$. *CAUCHY*, 1(4), 165-174.
- Robi Nugraha Sayi Putra, L. Y. (2018). Dimensi Metrik dari Graf $W_n + C_n$, untuk $n \in \{3,4\}$. *Jurnal Matematika UNAND*, VII(2), 165-169.
- Saifudin, I. (2016). Dimensi Metrik dan Dimensi Partisi dari Famili Graf Tangga. *JUSTINDO, Jurnal Sistem & Teknologi Informasi Indonesia*, 1(2), 105-112.
- Sulistio, W., Slamin, & Dafik. (2015). Analisis Dimensi Metrik Dengan Himpunan Pembeda Terhubung Pada Graf Khusus Keluarga Pohon Dikaitkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Kadikma*, 6(3), 26-35.
- Utomo, T., & Dewi, N. R. (2018). Dimensi Metrik Graf Amal (nK_m). *Limits: Journal Mathematics and Its Application*, 15(1), 71-77.

**PENGUNAAN METODE *STEPWISE* PADA PEMODELAN
PERENCANAAN *TRACK QUALITY INDEX (TQI)* UNTUK KERETA API
SEMICEPAT INDONESIA**

Alfisyahrina Hapsery¹, Reysha Rizki Amanda Lubis²

¹Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

²Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

alfisyahrina@unipasby.ac.id¹, reyshalubis79@gmail.com²

ABSTRAK

Dalam analisis regresi, salah satu asumsi yang harus dipenuhi adalah tidak adanya hubungan antar variabel independen. Hubungan yang kuat antar variabel independen disebut dengan multikolinieritas. Berbagai metode dapat menanggulangi kasus multikolinieritas, semua itu bergantung pada tujuan dari penelitian. Beberapa metode tersebut adalah *ridge regression*, *principal component regression*, regresi robust dan pemilihan model terbaik. Pada penelitian ini, metode pemilihan model terbaik dipilih untuk digunakan karena bertujuan untuk menentukan variabel independen yang signifikan dengan mempertimbangkan korelasi parsial pada data *track quality index (TQI)* kereta api Indonesia. Untuk mengukur besarnya TQI diperlukan empat indikator yang kemudian menjadi variabel dalam penelitian ini, yaitu lebar jalur, angkatan, listringan dan pertinggian. Hasil analisis menunjukkan variabel pertinggian, angkatan dan listringan berpengaruh besarnya nilai TQI dengan variasi data yang dapat dijelaskan model sebesar 99,7%.

Kata kunci: multikolinieritas, *stepwise*, *track quality index*.

ABSTRACT

In regression analysis, one of the assumptions is the absence of relationships between independent variables. Relationship between independent variables is called multicollinearity. Various methods can overcome multicollinearity cases, all of which depend on the purpose of the study. Some of these methods are ridge regression, principal component regression, robust regression and selection of the best models. In this study, the best model selection method was chosen because it aims to determine significant independent variables taking into account the partial correlation of track quality index (TQI) data. To measure the magnitude of TQI, four indicators are needed which then become the variables in this study, namely the width of the track, force, lightning and elevation. The results of the analysis show that the height, force and list

variables influence the magnitude of the TQI value with variations in the data that can be explained by the model by 99.7%.

Keywords: multikolinierity, stepwise, track quality index.

PENDAHULUAN

Multikolinieritas merupakan permasalahan yang sering dijumpai pada pemodelan data. Masalah utama pada kasus multikolinieritas adalah adanya hubungan antar variabel independen. Hal ini dapat menyebabkan pemodelan menjadi bias dan tidak dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya (Gujarati, 2004). Pemodelan yang digunakan dalam penelitian perencanaan *track quality index (TQI)* untuk kereta api semcepat ini menggunakan metode regresi linier berganda. Syarat utama dalam hal pemodelan pada metode regresi linier berganda adalah tidak terjadi kasus multikolinieritas.

Multikolinieritas dapat ditanggulangi dengan beberapa metode, bergantung pada tujuan dilakukan pemodelan. Peneliti dapat menggunakan metode pemilihan model terbaik yaitu stepwise apabila ingin mendapatkan model, mengetahui variabel yang berpengaruh dan memprediksi nilai TQI berdasarkan faktor yang mempengaruhinya. Cara lain yaitu dengan menggunakan *Principle component analysis* (PCR) untuk mendapatkan model dan memprediksi dengan variabel independen yang digunakan sudah ditetapkan (Draper & Smith, 2014). Secara teori variabel tersebut merupakan faktor yang menentukan besarnya variabel dependen. Dalam kasus ini, peneliti akan menggunakan metode *stepwise* dengan harapan untuk mengetahui variabel independen mana yang mempengaruhi besarnya nilai TQI dan menanggulangi adanya asumsi multikolinieritas. Metode *stepwise* merupakan satu diantara empat metode yang dapat digunakan untuk memilih model terbaik.

Metode *stepwise* merupakan metode alternatif dalam analisis regresi yang membantu proses analisis untuk mendapatkan model yang memberikan kontribusi tinggi (Wohon *et al*, 2017). Berbeda dengan ketiga metode pemilihan yang lain, metode *stepwise* memperhitungkan korelasi parsial sebagai prosedur dalam analisis. Korelasi parsial dihitung dari residual hasil meregresikan antar variabel independen yang satu dengan yang lain. Kriteria pemilihan model pada umumnya sama yaitu dengan melihat nilai R-sq yang cenderung stabil dimana nilai s yang dihasilkan mendekati nilai varians data tersebut. Metode ini sesuai dengan

karakteristik data *track quality index* untuk perencanaan kereta api semcepat yang digunakan dalam penelitian ini.

Perencanaan kereta semcepat tidak lepas dari prediksi besarnya nilai TQI, yang secara teori dipengaruhi oleh berbagai faktor. Diantaranya yaitu lebar jalur, angkatan, listringan, pertinggian dan kecepatan kereta api (Alamsyah, 2003). Lebar jalur pada kereta api diukur melalui lebar sisi dalam kepala rel pada jalur lintasan kereta. Untuk pertinggian terdapat pengukuran dilakukan dengan melihat tinggi dari kepala rel bagian kiri dan kanan harus sama. Pada variabel listringan dilakukan *maintenance* ketika terjadi ketidaklurusan sebesar 5mm. berbeda dengan variabel angkatan dilakukan perbaikan ketika terjadi penurunan tinggi dari kepala rel sebesar 7mm (Kurniawan, 2015).

Perencanaan kecepatan pada kereta api semcepat di Indonesia berkisar antara 160 km/jam seperti yang dijelaskan menteri perhubungan Budi Karya Sumadi dalam keterangan pada 3 Desember 2016. Penentuan kecepatan kereta tidak memiliki klasifikasi khusus, setiap negara berbeda-beda karena memiliki lintasan yang berbeda pula. Beberapa negara yang telah menggunakan kereta semcepat adalah India, Jepang, dan Spanyol. Tingkat kecepatan kereta api yang digunakan Negara India yaitu 160-240 km/jam, Jepang sebesar 130-200 km/jam, dan Negara Spanyol berkisar antara 160-200 km/jam (Eesveld, 1989). Berdasarkan adanya perencanaan ini, ingin diketahui besarnya nilai TQI berdasarkan faktor yang mempengaruhi kondisi rel di Indonesia. Penelitian ini bertujuan membantu PT. KAI dalam menentukan rekomendasi besarnya TQI yang tepat untuk kereta api semcepat yang akan dioperasikan di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Data pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari PT. KAI dalam perencanaan kereta semcepat dengan cara mengukur *track* geometri kereta tahun 2018. Menurut hasil perencanaan, kereta semcepat ini akan dioperasikan di Indonesia. Variabel Independen yang digunakan adalah lebar jalur, angkatan, listringan, pertinggian dan kecepatan. Jumlah data pada penelitian ini sebanyak 160 data dari beberapa wilayah yang telah dilakukan sampling. Sedangkan variabel dependen yang digunakan adalah nilai TQI. Langkah analisis atau

tahapan yang dilakukan terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap eksplorasi data dan pemodelan data sebagai berikut:

1. Melakukan eksplorasi data untuk melihat karakteristik data kereta yang tersedia.
 - a. Melakukan pemeriksaan hubungan antar variabel, baik variabel independen maupun dependen dengan menggunakan *scatter plot*
 - b. Melakukan pemeriksaan multikolinieritas dengan menggunakan nilai korelasi
2. Memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya TQI pada kereta api.
 - a. Mengestimasi parameter model regresi hasil analisis.
 - b. Melakukan pengujian parameter secara serentak untuk mengetahui signifikansi koefisien model.
 - c. Menguji parameter secara individu. Jika terdapat variabel yang tidak signifikan, maka dilakukan penanggulangan menggunakan metode *stepwise*.
 - d. Mengukur kebaikan model melalui perhitungan koefisien determinasi.
 - e. Melakukan pengujian asumsi identik menggunakan uji *white*.
 - f. Melakukan pemeriksaan asumsi independen menggunakan plot antara residual dengan hasil prediksi.
 - g. Melakukan pengujian asumsi distribusi normal menggunakan *Kolmogorov-Smirnov*.
 - h. Interpretasi model regresi.
3. Prosedur pemilihan metode terbaik dengan menggunakan *stepwise*. Metode ini dilakukan dengan meregresikan masing-masing variabel independen dengan langkah :
 - a. Hitung koefisien korelasi antara variabel independen dengan variabel dependen.
 - b. Pilih variabel independen yang mempunyai korelasi tertinggi dengan variabel dependen.
 - c. Kemudian, regresikan antar variabel independen sehingga mendapatkan nilai korelasi parsial.
 - d. Lakukan pengujian parameter secara serentak dan parsial. Apabila hasil pengujian menyimpulkan bahwa variabel independen berpengaruh, maka

tambahkan variabel independen tertinggi berikutnya. Apabila sebaliknya, maka hilangkan variabel independen tersebut dari model.

- e. Langkah selanjutnya, lakukan langkah pertama hingga keempat (Ilmi & Parta, 2013).

Keputusan untuk memilih model regresi terbaik dimana seluruh variabel signifikan, harus memenuhi beberapa kriteria yaitu: perubahan nilai R^2 menjadi lebih baik, S cenderung stabil dan mendekati nilai varians yang sebenarnya, dan $Mallow C_p$ serendah mungkin hingga mendekati atau sama dengan p (Draper and Smith, 1992). Korelasi yang digunakan dalam metode *stepwise* adalah korelasi parsial. Korelasi tersebut melibatkan korelasi antara residual $(\varepsilon_y, \varepsilon_k)$ data dimana variabel independen juga menjadi variabel dependen dalam pemodelan selanjutnya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi TQI pada kereta api Indonesia, terlebih dahulu dilakukan pendeteksian hubungan antar variabel menggunakan *scatter plot* seperti yang terlihat pada Gambar 1 plot yang terbentuk tidak mengikuti pola linier. Pola data yang terlihat yaitu data menggerombol dipojok kiri bawah hampir di semua variabel. Hubungan diantara variabel independen disebut multikolinearitas. Dalam analisis regresi hubungan antara variabel independen tidak diijinkan. Berikut adalah hasil perhitungan koefisien korelasi antara kedua variabel.

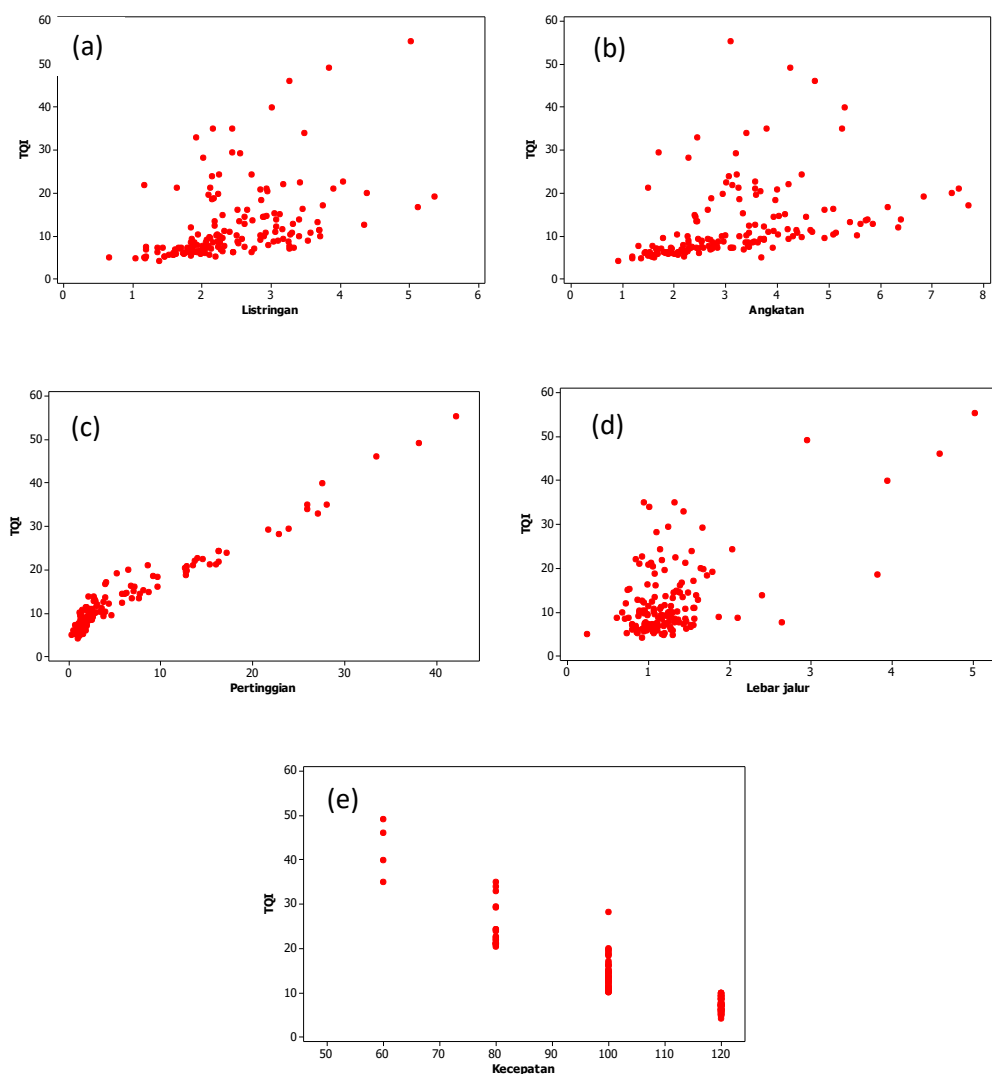
Tabel 1. Matriks Korelasi antar Variabel Independen

Variabel independen	Kecepatan	Lebar jalur	Pertinggian	Angkatan	Listrangan
Kecepatan (X_1)	1,000				
Lebar jalur (X_2)	-0,460	1,000			
Pertinggian (X_3)	-0,871	0,537	1,000		
Angkatan (X_4)	-0,462	0,158	0,189	1,000	
Listrangan (X_5)	-0,453	0,301	0,286	0,518	1,000

Catatan : Data yang dicetak tebal signifikan pada $\alpha = 0,05$.

Untuk mengetahui ada dan tidaknya hubungan antar variabel independen dilakukan dengan cara menghitung nilai korelasi. Nilai korelasi dapat menggambarkan hubungan antara dua variabel independen berdasarkan nilai

signifikan. Pada nilai tersebut diketahui lebih kecil dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh variabel memiliki hubungan. Untuk variabel angkatan tidak memiliki hubungan dengan variabel lebar jalur pada kereta api seperti yang terlihat pada Tabel 1. Selain itu, multikolinieritas juga diduga karena adanya perubahan tanda positif dan negative pada koefisien regresi dan korelasi. Nilai koefisien regresi dapat dari model pada variabel kecepatan memiliki nilai positif, sedangkan koefisien korelasi memiliki nilai negatif. Hal ini merupakan pembuktian kedua yang membuktikan adanya kasus multikolinieritas.



Gambar 1. Scatter Plot (a) Variabel Listringan dengan TQI, (b) Variabel Angkatan dengan TQI, (c) Pertiangan dengan TQI, (d) Lebar Jalur dengan TQI, (e) Kecepatan dengan TQI.

Dalam kasus multikolinieritas, terdapat banyak cara untuk mendapatkan model. Metode alternatif untuk kasus ini yaitu dengan melakukan pemilihan model terbaik. Pemilihan model terbaik yang dipilih adalah metode *stepwise* karena dalam proses interaksinya terdapat korelasi parsial. Prosedur pemilihan model terbaik pada metode *stepwise* dengan mensupititusikan masing-masing variabel independen berdasarkan nilai koefisien korelasi tertinggi. Hasil estimasi parameter dengan menggunakan metode *stepwise* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut

Tabel 2. Koefisien Determinasi dan Pengujian Parsial Metode *Stepwise*

<i>Step 3</i>				
S	0,5088			
R-sq	0,997			
R-sq (adj)	0,997			
Variabel	B	Std. Error	t	Pvalue
Constant	0,766	0,133	5,751	0,000
Pertinggian (X ₃)	1,039	0,005	189,360	0,000
Angkatan (X ₄)	0,989	0,034	28,883	0,000
Listringan (X ₅)	1,130	0,060	18,978	0,000

Estimasi parameter yang dihasilkan pada Tabel 2 memberi informasi bahwa hanya tiga variabel independen yang signifikan. Pemilihan model terbaik pada metode *stepwise* dengan melihat penambahan R²(adj) disetiap *step*. Variabel yang berpengaruh terhadap TQI adalah Pertinggian, Angkatan, dan Listringan. Kebaikan model regresi dapat diketahui dengan menggunakan koefisien determinasi, yang menjelaskan proporsi dari variasi total TQI yang dapat dijelaskan oleh variabel independen.

Tabel 3. *Step* Pemilihan Model Terbaik Menggunakan *Stepwise*

<i>Step</i>	S	R-sq	R-sq (adj)
1	2,003	0,948	0,947
2	0,922	0,989	0,989
3	0,509	0,997	0,997

Tabel 3 pada *step* ketiga diketahui nilai R-sq yang menunjukkan variabilitas data. Besarnya variabilitas TQI yang dapat dijelaskan oleh pertinggian, angkatan dan listringan sebesar 99,7%. Interpretasi berikut dilakukan untuk mengetahui seberapa besar ketiga faktor berpengaruh terhadap TQI dengan model

$$TQI = 0,766 + 1,039 \text{ Pertinggian} + 0,989 \text{ Angkatan} + 1,130 \text{ Listringan}$$

Persamaan tersebut adalah persamaan untuk model regresi TQI. Interpretasi model untuk variabel pertinggian yaitu apabila pertinggian pada lintasan bertambah sebesar satu satuan maka TQI bertambah sebesar satu satuan, dengan syarat variabel lainnya dianggap konstan. Untuk variabel angkatan yaitu rata-rata nilai TQI kereta api akan bertambah sebesar 6,9 ketika angkatan pada lintasan bertambah sebesar 7mm, dengan syarat pertinggian dan listringan konstan. Dan untuk variabel listringan yaitu apabila listringan bertambah sebesar 5mm, maka nilai TQI bertambah dengan rata-rata 5,6.

SIMPULAN

Pada analisis perencanaan kereta semicepat dengan metode *stepwise* diketahui bahwa variabel yang menjadi faktor adalah pertinggian, angkatan dan listringan berdasarkan nilai korelasi parsial. Variabilitas data yang dapat dijelaskan sebesar 99,7%. Informasi ini dapat membantu dalam proses perencanaan kereta semicepat bahwa besarnya nilai TQI sudah dapat ditentukan dengan menggunakan tiga indikator saja. Saran dalam penelitian ini, untuk analisis selanjutnya apabila ingin diketahui pengaruh kecepatan terhadap besarnya nilai TQI dapat menggunakan metode Backward. Selain itu, jika ingin menggunakan kelima variabel independen untuk memprediksi besarnya nilai TQI dapat menggunakan metode PCR.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. A. (2003). *Rekayasa Jalan Rel*. Malang: Bayumedia.
- Draper, N. R., & Smith, H. (2014). *Applied regression analysis*. John Wiley & Sons.
- Eesveld, C. (1989), *Modern Railway Track*. Delft: Graphics Department of Thyssen Stahl AG.
- Gujarati, D.N. (2004). *Basic Econometrics*(4th ed). United States of America: The McGraw-Hill Companies.
- Ilmi, N. H., & Parta, I. N. (2013). *Penerapan metode Regresi new Stepwise untuk Mengetahui Faktor- faktor yang mempengaruhi Kekuatan Metallic Box*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Kurniawan, W., & Rulhendri, (2015). Tinjauan Volume Pemeliharaan Tahunan Jalan Rel Berdasarkan Hasil Track Quality Index (TQI). *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4(2), 1-17.
- PT. KAI. (2017). *Peraturan Dinas Nomor 10A Tentang Perawatan Jalan Rel Dengan Lebar 1067 mm*, PT. KAI: Bandung.

***Penggunaan Metode Stepwise pada Pemodelan Perencanaan Track Quality Index (TQI) untuk Kereta Api
Semicepat Indonesia***

Wohon, S. C., Hatidja, D., & Nainggolan, N., (2017). Penentuan Model Regresi Terbaik dengan Menggunakan Metode Stepwise. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(2), 80-88.

INDEKS SUBJEK

active learning 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75
backpropagation 45, 46, 47, 48, 49, 54, 55
bangun datar 2, 5, 8, 57, 59, 62, 63
berpikir kreatif 35, 39, 41, 42, 43, 106
berpikir kritis 75, 81, 85, 95, 97, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107
curah hujan 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55
daerah faktorisasi tunggal 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22
daerah ideal utama 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22
dimensi metrik 108, 109, 110, 111, 112, 113
efektivitas 1, 9, 95, 101, 103, 104, 106, 107
gelanggang Noetherian 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22
graf dual prisma 108, 109, 110, 112, 113
grup 23, 25, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 106
industri 4.0. 77, 79, 92
jaringan saraf tiruan 45, 47, 48, 49, 53, 54, 55
kemampuan matematika 23, 34, 43, 84
media *math thinkers* 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
model pembelajaran tipe *jigsaw* 57
multikolinieritas 114, 115, 117, 119, 120
open ended 35, 36, 41, 42, 43
pemahaman konseptual 23, 24, 26, 27, 31, 32, 34
pembelajaran matematika 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 25, 31, 34, 35, 36, 59, 62, 75,
76, 77, 80, 85, 86, 89, 95, 96, 97, 106, 107
penghapusan simpul 108, 109, 110, 112
problem based learning 95, 96, 98, 99, 100, 104, 105, 106
problem solving 23, 34, 44, 78, 93, 95, 96, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 107
stepwise 114, 115, 117, 118, 120, 121, 122
strategi literasi 77, 85, 86, 91
tabung 35, 37, 39, 40, 41, 42, 43
track quality index 114, 115, 116, 121

INDEKS PENULIS

Alfisyahrina Hapsery 114
Anton Yudhana 45
Baiduri 77
Eka Susilowati 13
Elva Pristy Afifah 95
Fenny Fitriani 108
Ghufron Zaida Muflih 45
Hanim Faizah 23
Nur Farida 35
Reysha Rizki Amanda Lubis 114
Rosita Dwi Ferdiani 35
Sukiyanto 57, 76
Sunardi 45
Tatik Retno Murniasih 35
Wahyudi 95, 106
Yohana Setiawan 95
Zharotul Azizah 1

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.

Yus Mochamad Cholily
(Universitas Muhammadiyah Malang)

Agus Prasetyo Kurniawan
(Universitas Islam Negeri Sunan Ampel)

Ariesta Kartika Sari
(Universitas Trunojoyo)

Erlin Ladyawati
(Universitas PGRI Adi Buana)

Irma Fitria
(Institut Teknologi Kalimantan)

M. Fariz Fadillah Mardianto
(Universitas Airlangga)

Nurcholif Diah Sri Lestari
(Universitas Jember)

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 penulisanurut 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.

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

ISSN 2541-4674 (*online*)



ISSN 2541-6057 (*cetak*)

