

PEMAHAMAN NOS DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 PADA MAHASISWA PGSD DAN GURU SEKOLAH DASAR

Poppy Anggraeni¹, Ari Widodo²

¹ PGSD, STKIP Sebelas April Sumedang

² Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia Bandung

E-mail: ¹ poppysofia04@stkip11april.ac.id

² widodo@upi.edu

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai pemahaman NOS di era revolusi industri 4.0 pada mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar di Kota Sumedang. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode survey, dengan sampel sebanyak 128 orang. Instrument yang digunakan yaitu angket online (*google form*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman NOS di era revolusi industri 4.0 pada mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar di Kota Sumedang memiliki kategori tinggi (69.5%). Pemahaman aspek NOS tertinggi berada pada aspek ethos ilmiah (75.2%) dan pemahaman terendah berada pada aspek sains tidak dapat menjawab semua pertanyaan (62.5%). Pemahaman NOS pada responden yang berjenis kelamin laki-laki, rentang usia 16 s/d 20 tahun, berstatus mahasiswa PGSD, mahasiswa PGSD yang berasal dari SMA/ MA IPS, mahasiswa PGSD pada semester VII IPA, guru yang mengajar di kelas I, dan guru yang memiliki latar belakang S1 kependidikan seluruhnya memiliki persentase yang lebih tinggi, serta berada pada kategori tinggi.

Kata kunci: NOS, Era Revolusi Industri 4.0

Abstract: This study aims to obtain an overview of the understanding of NOS in the era of industrial revolution 4.0 in PGSD students and elementary school teachers in Sumedang City. The method used is the survey method, with a sample of 134 people. The instrument used is an online questionnaire (*google form*). The results showed that understanding NOS in the industrial revolution era 4.0 in PGSD students and elementary school teachers in Sumedang City had a high category (69.5%). The highest understanding of NOS aspects is in the aspect of scientific ethos (75.2%) and the lowest understanding in the aspect of science cannot answer all questions (62.5%). Understanding of NOS for male respondents, ages 16 to 20 years, has the status of students, PGSD students who come from SMA / MA IPS, PGSD students in level VII of IPA, teachers who teach in class I, and teachers who have backgrounds Education S1 has a higher percentage and is in the high category.

Keywords: NOS, Era of Industrial Revolution 4.0

Submitted on: 2019-08-15

Accepted on: 2019-08-31

PENDAHULUAN

Nature Of Science (NOS) atau hakikat sains pada dasarnya merupakan komponen penting yang harus dipahami dengan baik dalam pendidikan sains. Mercado, Macayana, & Urbiztondo (2015) menyatakan bahwa reformasi dalam pendidikan sains saat ini adalah menekankan pengajaran sains untuk semua, yang merupakan tujuan akhir dari pengembangan literasi sains. Sedangkan menurut Kampourakis (2016) tujuan utama pendidikan sains adalah mendidik warga negara di masa depan yang melek tentang sains.

Literasi sains terdiri dari dua kompetensi yang berbeda: (1) memahami bagaimana penelitian ilmiah dilakukan, jenis pengetahuan apa yang dihasilkannya, dan mampu menggunakan pengetahuan ini (2) mengembangkan alasan argumen dan terlibat dalam pengambilan keputusan tentang masalah sosial-ilmiah (Roberts, 2007). Kompetensi pertama tergantung pada memperoleh pengetahuan konten sains, serta pada pemahaman tentang hakikat sains (NOS) yang mencakup metode yang menghasilkan pengetahuan ini dan karakteristiknya.

NOS bersangkutan dengan masalah filsafat, sejarah, sosiologi, dan psikologi sains (Mudavanhu & Zezekwa, 2017). Dalam pendidikan sains kontemporer, diterima secara luas bahwa siswa seharusnya mengaitkan NOS bersama dengan konten sains (Kampourakis, 2016). Dengan demikian untuk membuat pengajaran dan belajar sains yang efektif, Crowther, Lederman & Lederman (2005) mengemukakan bahwa NOS harus diperlakukan sebagai aspek pengetahuan dalam materi pelajaran (Mudavanhu & Zezekwa, 2017). Penelitian Hacieminoglu (2016) menunjukkan bahwa secara umum siswa tidak memiliki tingkat sikap positif terhadap sains. Penerapan kurikulum sains dan teknologi yang berbeda dari para guru dan lingkungan kelas yang bervariasi dapat menimbulkan perasaan negatif tentang sains.

Pengetahuan guru tentang hakikat sains merupakan hal yang sangat penting. Studi oleh Lederman & Zedler (1987) dalam (Mudavanhu & Zezekwa, 2017) menyebutkan bahwa pemahaman guru tentang hakikat dan proses sains tidak terkait dengan kinerja guru di ruang kelas. Guru harus secara eksplisit mengajarkan tentang bagaimana pelajaran dan kegiatan yang berhubungan dengan alam dan proses sains bagi siswa untuk meningkatkan pemahaman mereka di bidang ini. Guru harus menyiapkan strategi yang dirancang khusus untuk mengajarkan hakikat dan proses sains. Oleh karena itu diperlukan lebih banyak penelitian untuk membangun pengetahuan guru dan pandangannya tentang NOS atau hakikat sains, dan yang dapat ditunjukkan dalam perencanaan dan pengajaran selama di sekolah. Saat ini guru ditantang untuk melibatkan siswa dalam belajar sains dalam arti yang jauh lebih luas, yaitu bagaimana pengetahuan ilmiah berkembang dan berevolusi pada hakikat pengetahuan itu sendiri.

Konseptualisasi aspek umum dari NOS bervariasi dalam setiap kontennya. Hal ini karena dipengaruhi oleh nilai pedagogis yang disesuaikan dan tergantung pada tujuan pembelajaran yang akan dicapai (Kampourakis, 2016). Agar pembelajaran mengenai

hakikat sains menjadi lebih eksplisit dapat dilakukan dengan menciptakan topik tertentu, misalnya belajar menjadi ilmuwan atau cara kerja sains, penekanan pada gagasan dengan merefleksikan dalam pembelajaran sains, serta belajar dan pembelajaran sains dengan menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata (Mudavanhu & Zezekwa, 2017).

Pada era revolusi industri 4.0 saat ini ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan sangat pesat. Istilah Industri 4.0 sendiri secara resmi lahir di Jerman tepatnya saat diadakan Hannover Fair pada tahun 2011 (Kagermann et al., 2011). Schlechtendahl et al., (2015) dalam Prasetyo & Soetopo (2018) menekankan definisi revolusi industry 4.0 kepada unsur kecepatan dari ketersediaan informasi, yaitu sebuah lingkungan industri di mana seluruh entitasnya selalu terhubung dan mampu berbagi informasi satu dengan yang lain.

Sedangkan literasi digital adalah kemampuan untuk mengakses, mengelola, memahami, mengintegrasikan, berkomunikasi, mengevaluasi, dan membuat informasi secara aman dan tepat melalui teknologi digital untuk pekerjaan, pekerjaan yang layak dan kewirausahaan. Ini mencakup kompetensi yang beragam yang disebut sebagai literasi komputer, literasi TIK, literasi informasi dan literasi media (UNESCO, 2017).

Berdasarkan paparan diatas maka diperlukan konseptualisasi baru mengenai bagaimana NOS atau hakikat sains dan pemahaman akan hakikat sains di era revolusi industry 4.0 yang sangat mengedepankan literasi digital dalam setiap konteks kehidupan saat ini. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai pemahaman NOS di era revolusi industry 4.0 pada mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar di Kota Sumedang.

Kegiatan penelitian ini diawali dengan mempelajari dan menganalisis beberapa literatur terkini mengenai berbagai konseptualisasi dari aspek NOS berdasarkan beberapa pendapat ahli. Berikut ini disajikan hasil analisis terhadap aspek NOS menurut pendapat beberapa ahli.

Tabel 1. Konseptualisasi Aspek NOS

No	Aspek NOS	(McComas & Nouri, 2016)	(Irzik & Nola, 2016)	(Kampou rakis, 2016)	(Fernandes & Ferreira, 2017)	(Olson, 2018)	(Kelly & Erduran, 2018)	Jumlah
1.	<i>Scientists use creativity</i>	√			√	√		3
2.	<i>Scientific knowledge is Tentative</i>	√			√	√		3
3.	<i>Science is socially</i>	√	√	√	√	√	√	6

No	Aspek NOS	(McCom as & Nouri, 2016)	(Irzik & Nola, 2016)	(Kampou rakis, 2016)	(Fernandes & Ferreira, 2017)	(Olso n, 2018)	(Kelly & Erdura n, 2018)	Jum -lah
4.	<i>and culturally embedded There is a distinction between scientific laws and theories</i>	√	√	√	√	√		5
5.	<i>Scientific knowledge is empirically based</i>	√	√	√	√	√	√	6
6	<i>Methods & Methodological Rules</i>	√	√	√	√	√		5
7	<i>Science cannot answer all questions</i>	√		√		√		3
8	<i>Scientists cooperate & collaborate, certification & dissemination</i>	√	√	√	√	√		5
9	<i>Scientific ethos</i>	√			√	√	√	4

Berdasarkan pada tabel 1 di atas maka dapat disimpulkan bahwa terdapat sembilan aspek NOS yang cukup konsisten keberadaannya dalam setiap literatur yang dikaji. Sembilan aspek tersebut meliputi (1) *science use creativity*, (2) *scientific knowledge is tentative*, (3) *science is socially and culturally embedded*, (4) *there is a distinction between scientific laws and theories*, (5) *scientific knowledge is empirically based*, (6) *methods & methodological rules*, (7) *science cannot answer all questions*, (8) *scientists cooperate & collaborate, certification & dissemination*, dan (9) *scientific ethos*.

Langkah selanjutnya adalah mengaitkan antara aspek NOS dengan keterampilan literasi digital di era revolusi industri 4.0. Menurut (UNESCO, 2017) keterampilan yang dianggap perlu untuk partisipasi efektif dalam masyarakat digital dan ekonomi digital adalah (1) *basic functional digital skills: keterampilan mengakses dan terlibat dengan teknologi digital*, (2) *generic digital skills: keterampilan menggunakan teknologi digital dengan cara yang bermakna dan bermanfaat*, dan (3) *higher level skills: keterampilan menggunakan teknologi digital dalam pemberdayaan dan cara yang transformatif*.

Kondisi teknologi ini cenderung memiliki implikasi yang mendalam terhadap keterampilan dan kompetensi untuk hidup dan bekerja di dalamnya. Misalnya, parameter saat ini yaitu literasi digital yang cenderung berkembang mencakup kapasitas individu untuk berurusan dengan sistem otomatis, avatar dan agen kecerdasan buatan. Orang-orang

harus mengembangkan bentuk baru dari keterampilan interpersonal agar dapat berkolaborasi dan bekerja bersama dengan mesin dan sistem otomatis (UNESCO, 2017).

Selain itu terdapat area kompetensi dan kompetensi untuk kerangka global literasi digital yang meliputi (0) *devices and software operations*, (1) *information and data literacy*, (2) *communication and collaboration*, (3) *digital content creation*, (4) *safety*, (5) *problem-solving*, dan (6) *career-related competences* (UNESCO, 2018).

Dengan mengaitkan aspek NOS dengan keterampilan literasi digital di era revolusi industri 4.0 maka diperoleh konseptualisasi aspek NOS di era revolusi industry 4.0 dengan paparan berikut ini. Aspek pertama adalah *science use creativity* (kreatifitas) yaitu bahwa pengetahuan ilmiah tercipta dari proses kreatifitas dengan menggunakan teknologi digital. Aspek ini memiliki tiga indikator, yaitu (1) Penggunaan teknologi digital secara kreatif dapat menciptakan pengetahuan yang baru, (2) Kemampuan imajinasi ilmuwan dibutuhkan untuk memperoleh pengetahuan ilmiah (3) Kreatifitas ilmuwan dalam dunia digital tidak memerlukan daya nalar.

Aspek kedua adalah *scientific knowledge is tentative* (tentatif), yaitu bahwa Pengetahuan ilmiah dapat berubah dengan adanya bukti-bukti baru dari data digital. Aspek ini memiliki empat indikator, yaitu : (1) Pengetahuan lama dapat diganti dengan pengetahuan baru dengan adanya bukti-bukti digital, (2) Interpretasi data-data digital yang baru dapat mengubah pengetahuan ilmiah, (3) Bukti digital yang dapat kita terima sebagai pengetahuan ilmiah adalah bukti digital yang benar dan tidak ada kesalahan apapun, (4) Ketika pengetahuan ilmiah dikembangkan dengan dukungan bukti digital, ilmu pengetahuan akan mendekati kebenaran absolut.

Aspek ketiga adalah *science is socially and culturally embedded* (kedekatan dengan sosial dan budaya), yaitu pengetahuan ilmiah dipengaruhi oleh lingkungan sosial dan budaya masyarakat digital. Aspek ini memiliki tiga indikator, yaitu : (1) Peran masyarakat digital sangat mempengaruhi dalam terciptanya pengetahuan ilmiah, (2) Lingkungan sosial dan budaya sangat mempengaruhi perilaku ilmuwan dalam melaksanakan penelitian, (3) Pengetahuan ilmiah tidak dipengaruhi oleh nilai-nilai budaya dan masyarakat digital.

Aspek keempat adalah *there is a distinction between scientific laws and theories* (terdapat perbedaan antara hukum dan teori ilmiah) yaitu bahwa perbedaan teori dan hukum dalam pengetahuan ilmiah dapat dibuktikan dengan teknologi digital. Aspek ini memiliki empat indikator yaitu : (1) Teori dan hukum memiliki kedudukan yang sama

dalam pengetahuan ilmiah, (2) Hukum dan teori dapat dibuktikan dengan proses digital (3) Bukti-bukti digital dapat mengubah suatu teori menjadi hukum, (4) Perbedaan antara hukum dan teori ilmiah dapat dibuktikan melalui perolehan informasi/data digital.

Aspek kelima adalah *scientific knowledge is empirically based* (empiris), yaitu bahwa bukti empiris banyak menggunakan bukti digital. Aspek ini memiliki tiga indikator, yaitu : (1) Teori-teori pengetahuan ilmiah sepenuhnya bergantung dari bukti-bukti digital, (2) Tes eksperimen dapat dibantu dengan penggunaan konten digital, (3) Ilmuwan tidak harus melakukan observasi secara langsung karena dapat menggunakan informasi digital.

Aspek keenam adalah *methods & methodological rules* (adanya metode dan aturan metodologis), yaitu bahwa metode ilmiah dilakukan melalui proses menganalisis, mengevaluasi, menginterpretasi, informasi dan konten digital. Indikator pada aspek ini meliputi: (1) Langkah-langkah metode ilmiah dapat dilakukan melalui serangkaian pengelolaan informasi digital, (2) Penggunaan metode ilmiah dengan menggunakan konten digital dapat lebih benar dan akurat, (3) Terdapat banyak langkah dan jenis metode ilmiah yang dapat dilakukan ilmuwan.

Aspek ketujuh adalah *science cannot answer all questions* (sains tidak dapat menjawab semua pertanyaan), yaitu bahwa pengetahuan ilmiah dapat diperoleh melalui informasi dan konten digital namun tidak dapat menjawab semua pertanyaan. Aspek ini memiliki dua indikator, yaitu : (1) Informasi dan konten digital dapat digunakan untuk menjawab semua pertanyaan, (2) Pengetahuan ilmiah dapat menjawab semua masalah.

Aspek kedelapan yaitu *scientists cooperate & collaborate, certification & dissemination* (kerjasama dan kolaborasi, sertifikasi dan diseminasi), yaitu bahwa pengetahuan ilmiah dikembangkan melalui interaksi, kolaborasi dan sharing teknologi digital. Aspek ini memiliki tiga indikator, yaitu (1) Pengetahuan ilmiah dapat dibentuk melalui adanya interaksi ilmuwan dengan ilmuwan lainnya melalui teknologi digital, (2) Kolaborasi antar ilmuwan melalui sharing teknologi digital tidak dibutuhkan untuk membentuk pengetahuan ilmiah, (3) Pengetahuan ilmiah dikatakan pengetahuan jika telah melalui tahap diseminasi atau publikasi secara digital.

Aspek kesembilan atau yang terakhir yaitu *scientific ethos* (ethos ilmiah), yaitu bahwa ilmuwan dalam mengembangkan pengetahuan ilmiah dengan menggunakan teknologi digital harus berdasarkan norma-norma dan etos ilmiah. Aspek ini memiliki tiga indikator, yaitu : (1) Ilmuwan dalam menggunakan teknologi digital harus berdasarkan

norma-norma etika yang berlaku dalam dunia digital, (2) Norma-norma etika digital berfungsi untuk membatasi pengembangan pengetahuan ilmiah, (3) Etos kerja ilmuwan dibutuhkan untuk mengembangkan pengetahuan ilmiah menggunakan teknologi digital.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survey. Metode ini digunakan untuk memperoleh data mengenai pemahaman NOS di era revolusi industri 4.0 pada mahasiswa PGSD dan guru di sekolah dasar di Kota Sumedang. Subjek pada penelitian ini adalah mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar, dengan total sampel yang diambil secara acak (*random sampling*) keseluruhan sebanyak 128 orang. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2018.

Teknik pengumpulan data menggunakan angket *online* dengan memanfaatkan aplikasi *google form* mengenai pemahaman responden terhadap NOS, yang meliputi sembilan aspek yaitu (1) *science use creativity*, (2) *scientific knowledge is tentative*, (3) *science is socially and culturally embedded*, (4) *there is a distinction between scientific laws and theories*, (5) *scientific knowledge is empirically based*, (6) *methods & methodological rules*, (7) *science cannot answer all questions*, (8) *scientists cooperate & collaborate, certification & dissemination*, dan (9) *scientific ethos*.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket ini merupakan instrumen non tes, dimana setiap indikator pernyataan aspek NOS diukur dengan menggunakan skala Likert (1, 2, 3, 4, dan 5). Sembilan aspek NOS menurut para ahli ini kemudian dikaitkan dengan aspek keterampilan literasi digital di era revolusi industri 4.0 yang ada sehingga diperoleh sebanyak 28 indikator pernyataan positif dan negatif pemahaman NOS di era revolusi industri 4.0.

Teknik analisis data yang digunakan yaitu teknik statistika sederhana, di mana berdasarkan hasil angket yang telah diisi secara *online* oleh responden kemudian dihitung persentasenya sehingga diperoleh deskripsi kategori mengenai pemahaman NOS (sangat tinggi, tinggi, cukup, rendah, dan sangat rendah). Analisis selanjutnya yaitu mengelompokkan pemahaman NOS tersebut berdasarkan profil responden yaitu meliputi jenis kelamin, usia dan statusnya (mahasiswa dan guru). Setelah memperoleh pemahaman NOS pada kelompok mahasiswa PGSD dan kelompok guru selanjutnya kelompok mahasiswa PGSD ini dikelompokkan lagi berdasarkan asal sekolah dan tingkat/ semester,

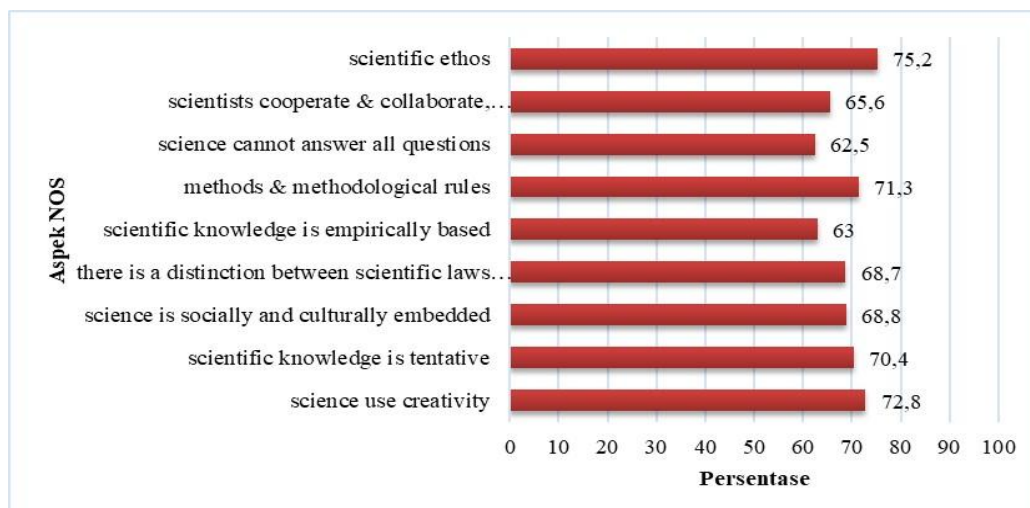
serta kelompok guru dikelompokkan lagi berdasarkan jenis guru dan latar belakang pendidikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemahaman Nature Of Science (NOS)

Pemahaman NOS di era revolusi industri 4.0 yang meliputi sembilan aspek NOS secara keseluruhan memiliki persentase rata-rata sekitar 69.5 % atau berada pada kategori tinggi. Senada dengan hasil penelitian Mudavanhu & Zezekwa (2017) menunjukkan bahwa para peserta umumnya memiliki pemahaman tentang NOS dan merespons dengan benar 69% dari pertanyaan yang diajukan.

Adapun persentase pada setiap indikator NOS dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Grafik Pemahaman NOS di era revolusi industri 4.0

Berdasarkan gambar di atas diketahui bahwa terdapat variasi terhadap pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar di Kota Sumedang, dengan persentase tertinggi pada aspek etos ilmiah dan persentase terendah pada aspek sains tidak dapat menjawab semua pertanyaan, namun demikian keduanya sama-sama berada pada kategori tinggi.

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek pertama *science use creativity* memiliki kategori tinggi, artinya responden sudah paham bahwa pengetahuan ilmiah pada saat ini dapat tercipta dari proses kreatifitas dengan menggunakan teknologi digital. Adanya pemahaman yang sangat tinggi bahwa

penggunaan teknologi digital secara kreatif dapat menciptakan pengetahuan yang baru (87.19%), pemahaman yang tinggi bahwa kemampuan imajinasi ilmuwan dibutuhkan untuk memperoleh pengetahuan ilmiah (79.22%), dan pemahaman yang cukup mengenai kreatifitas ilmuwan dalam dunia digital tidak memerlukan daya nalar (51.88%). Berdasarkan pernyataan pada indikator ketiga dapat diketahui bahwa mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar masih belum terlalu paham bahwa sebenarnya kreatifitas ilmuwan dalam dunia digital itu tetap memerlukan daya nalar. Menurut Kariadinata (2012) daya nalar (*power of reason*) merupakan kekuatan memahami dan menarik suatu kesimpulan atau dapat juga diartikan sebagai proses berpikir yang bertolak dari pengamatan indera (observasi empirik) yang menghasilkan sejumlah konsep dan pengertian.

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek kedua *scientific knowledge is tentative* memiliki kategori tinggi, artinya responden memahami bahwa pengetahuan ilmiah dapat berubah dengan adanya bukti-bukti baru dari data digital. Adanya pemahaman yang tinggi bahwa pengetahuan lama dapat diganti dengan pengetahuan baru dengan adanya bukti-bukti digital (71.56%), interpretasi data-data digital yang baru dapat mengubah pengetahuan ilmiah (68.75%), bukti digital yang dapat kita terima sebagai pengetahuan ilmiah adalah bukti digital yang benar dan tidak ada kesalahan apapun (66.25%).

Sedangkan pada indikator pernyataan negatif yaitu ketika pengetahuan ilmiah dikembangkan dengan dukungan bukti digital, ilmu pengetahuan akan mendekati kebenaran absolut (74.84%), ternyata responden belum memahami bahwa meskipun pengetahuan dikembangkan dengan dukungan bukti digital, namun tetap ilmu pengetahuan tersebut tidak dapat mendekati kebenaran absolut karena sifat dari pengetahuan ilmiah itu adalah tentatif. Seperti menurut (Mudavanhu & Zezekwa, 2017) pengetahuan ilmiah bersifat tentatif, yaitu, pengetahuan ilmiah terbuka untuk direvisi dengan adanya bukti baru. Penelitian ilmiah tambahan, data baru, dan cara baru dalam melihat data yang ada dapat menghasilkan informasi baru yang mempengaruhi kesimpulan sebelumnya.

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek ketiga *science is socially and culturally embedded* memiliki kategori tinggi, artinya responden memahami bahwa pengetahuan ilmiah dipengaruhi oleh lingkungan sosial dan budaya masyarakat digital. Adanya pemahaman yang tinggi bahwa peran masyarakat digital sangat mempengaruhi dalam terciptanya pengetahuan ilmiah (78.13%), dan lingkungan sosial dan

budaya sangat mempengaruhi perilaku ilmuwan dalam melaksanakan penelitian (77.81%). Sedangkan pada indikator pernyataan negatif pengetahuan ilmiah tidak dipengaruhi oleh nilai-nilai budaya dan masyarakat digital memiliki nilai cukup (50.31%), artinya mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar masih belum memahami dengan baik bahwa pada dasarnya pengetahuan ilmiah sangat dipengaruhi oleh nilai-nilai budaya dan masyarakat digital. Menurut Digital Science in Horizon 2020 (2013) bahwa pada saat ini keterlibatan masyarakat sangat dimungkinkan dengan cara yang sepenuhnya baru, karena adanya alat dan platform baru untuk penelitian dan meningkatnya sikap keterbukaan. Masyarakat dapat dan tertarik untuk berkontribusi pada sains, baik dengan upaya intelektual mereka, pengamatan dan dengan alat dan sumber daya digital mereka, sehingga dapat menciptakan hubungan baru antara sains dan masyarakat.

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek keempat *there is a distinction between scientific laws and theories* memiliki kategori tinggi, artinya responden memahami bahwa perbedaan teori dan hukum dalam pengetahuan ilmiah dapat dibuktikan dengan teknologi digital. Adanya pemahaman yang tinggi bahwa hukum dan teori dapat dibuktikan dengan proses digital (67.81%), dan perbedaan antara hukum dan teori ilmiah dapat dibuktikan melalui perolehan informasi/data digital (66.88%).

Sedangkan untuk indikator pernyataan negatif bahwa teori dan hukum memiliki kedudukan yang sama dalam pengetahuan ilmiah (66.88%), dan bukti-bukti digital dapat mengubah suatu teori menjadi hukum (67.03%) menunjukkan bahwa mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar belum memiliki pemahaman yang baik, karena pada dasarnya antara teori dan hukum memiliki kedudukan yang berbeda, serta bukti-bukti digital sekalipun tidak akan dapat mengubah suatu teori menjadi hukum. Menurut Nielsen (2012) terdapat perbedaan antara hukum dan teori, dimana hukum berkaitan dengan hubungan antara pernyataan observasi, sedangkan teori adalah penjelasan kesimpulan untuk fenomena yang diamati.

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek kelima *scientific knowledge is empirically based* memiliki pemahaman yang tinggi, artinya responden memahami bahwa bukti empiris banyak menggunakan bukti digital. Adanya pemahaman yang tinggi bahwa tes eksperimen dapat dibantu dengan penggunaan konten digital (75.78%). Pada indikator ilmuwan tidak harus melakukan observasi secara langsung karena dapat menggunakan informasi digital (53.75%) memiliki kategori cukup, artinya

sebagian responden masih memahami jika ilmuwan masih harus melakukan observasi secara langsung meskipun sebetulnya pada era digital ini dapat didukung dengan menggunakan informasi digital.

Sedangkan untuk indikator pernyataan negatif pada teori-teori pengetahuan ilmiah sepenuhnya bergantung dari bukti-bukti digital (59.75%) memiliki kategori cukup, artinya responden belum sepenuhnya memahami bahwa teori-teori pengetahuan ilmiah itu tidak sepenuhnya bergantung dari bukti-bukti digital karena ilmuwan masih dapat menggunakan bukti-bukti empiris secara langsung. Menurut *Digital Science in Horison 2020* (2013) TIK telah mengubah cara penemuan ilmiah dapat terjadi. Komunikasi, komputasi dan penyimpanan data infrastruktur ketersediaan data baru dan komputasi yang intensif dari tugas-tugas penelitian dan alat-alat baru memungkinkan eksperimen virtual yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan.

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek keenam *methods & methodological rules* memiliki pemahaman yang tinggi, artinya responden memahami bahwa bahwa metode ilmiah dilakukan melalui proses menganalisis, mengevaluasi, menginterpretasi, informasi dan konten digital. Adanya pemahaman yang tinggi bahwa langkah-langkah metode ilmiah dapat dilakukan melalui serangkaian pengelolaan informasi digital (71.56%), penggunaan metode ilmiah dengan menggunakan konten digital dapat lebih benar dan akurat (66.88%), dan terdapat banyak langkah dan jenis metode ilmiah yang dapat dilakukan ilmuwan (75.47%). *Science Learning Hub*, (2011) dalam Mudavanhu & Zezekwa, (2017) bahwa *there is no single method of science, the scientific method/experiment is just one of many different methods used in science like basic observation, and historical exploration*.

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek ketujuh *science cannot answer all questions* memiliki kategori tinggi, meskipun kategorinya tinggi namun seluruh pernyataan dalam aspek ini menggunakan pernyataan negatif, sehingga artinya responden belum memahami bahwa pengetahuan ilmiah dapat diperoleh melalui informasi dan konten digital namun tidak dapat menjawab semua pertanyaan. Adanya pemahaman yang rendah mengenai aspek ini karena menurut responden bahwa informasi dan konten digital dapat digunakan untuk menjawab semua pertanyaan (60.16%), dan pengetahuan ilmiah dapat menjawab semua masalah (64.84%). Menurut AAAS (2010) bahwa terkadang ilmuwan hanya dapat berkontribusi dalam diskusi tentang masalah

tersebut dengan mengidentifikasi konsekuensi yang mungkin terjadi dari tindakan tertentu, yang mungkin membantu dalam penimbangan alternatif.

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek kedelapan *scientists cooperate & collaborate, certification & dissemination* memiliki kategori tinggi, artinya responden memahami bahwa pengetahuan ilmiah dikembangkan melalui interaksi, kolaborasi dan sharing teknologi digital. Dengan adanya pemahaman bahwa pengetahuan ilmiah dapat dibentuk melalui adanya interaksi ilmuwan dengan ilmuwan lainnya melalui teknologi digital (74.53%), dan pengetahuan ilmiah dikatakan pengetahuan jika telah melalui tahap disseminasi atau publikasi secara digital (68.91%).

Sedangkan pada indikator pernyataan negatif bahwa kolaborasi antar ilmuwan melalui sharing teknologi digital tidak dibutuhkan untuk membentuk pengetahuan ilmiah (53.28%) memiliki kategori cukup. Artinya ada sebagian responden yang memahami bahwa di era digital saat ini kolaborasi antar ilmuwan tidaklah penting. Padahal menurut *Digital Science in Horison 2020* (2013) bahwa ilmu digital berarti transformasi radikal dari hakikat sains dan inovasi karena adanya integrasi TIK dalam proses penelitian dan budaya internet yang penuh keterbukaan dan saling berbagi. Sehingga lebih terbuka, lebih global dan kolaboratif, lebih kreatif, dan lebih dekat dengan masyarakat.

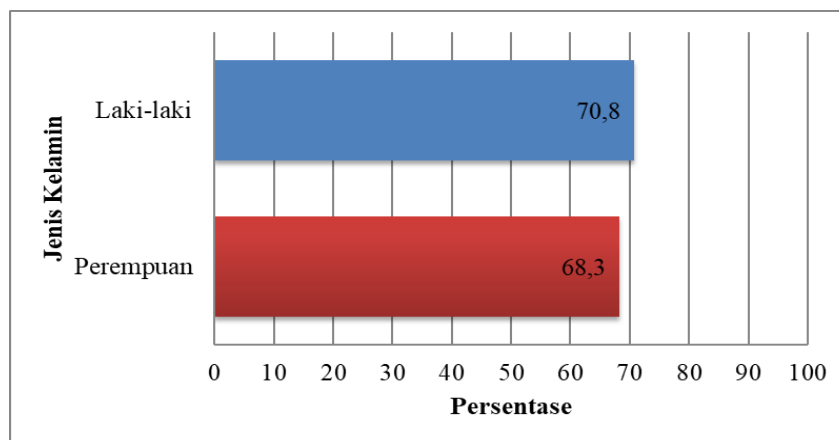
Pemahaman NOS mahasiswa PGSD dan guru sekolah dasar pada aspek kesembilan *scientific ethos* memiliki kategori tertinggi, hal ini menunjukkan bahwa responden dapat memahami dengan baik bahwa ilmuwan dalam mengembangkan pengetahuan ilmiah dengan menggunakan teknologi digital harus berdasarkan norma-norma dan etos ilmiah. Adanya pemahaman bahwa ilmuwan dalam menggunakan teknologi digital harus berdasarkan norma-norma etika yang berlaku dalam dunia digital (80.78%) dan etos kerja ilmuwan dibutuhkan untuk mengembangkan pengetahuan ilmiah menggunakan teknologi digital (75.94%).

Sedangkan untuk indikator pernyataan negatif bahwa norma-norma etika digital berfungsi untuk membatasi pengembangan pengetahuan ilmiah (68.75%) memiliki kategori tinggi, artinya pemahaman responden masih rendah karena norma-norma etika digital ada bukan berfungsi untuk membatasi pengembangan pengetahuan ilmiah, melainkan hanya berfungsi untuk menekankan pentingnya ilmuwan dalam mengikuti kaidah-kaidah atau norma-norma yang etis dalam suatu penelitian atau pengembangan pengetahuan ilmiah. Menurut Merton sains pada dasarnya adalah upaya normatif yang

dilakukan untuk menyempurnakan aturan-aturan etika bersama, meliputi bidang-bidang filsafat sains dan teori-teori pengetahuan sama seperti ia mengambil asumsi-asumsi yang terletak di ranah filsafat moral dan teori kebenaran (UKessay, 2018).

Pemahaman NOS berdasarkan Jenis Kelamin

Pemahaman NOS berdasarkan jenis kelamin dilakukan dengan mengelompokkan antara responden yang berjenis kelamin perempuan dengan laki-laki. Hasil analisisnya dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.

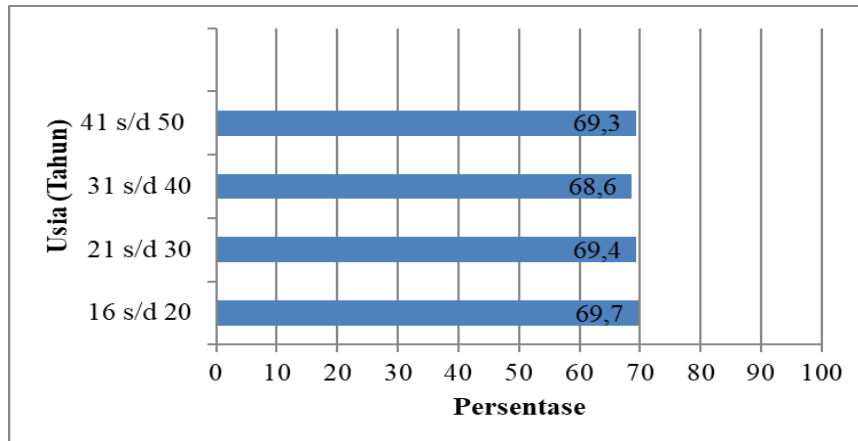


Gambar 2. Grafik Pemahaman Nos Berdasarkan Jenis Kelamin

Berdasarkan pada gambar di atas dapat diketahui bahwa persentase pemahaman NOS laki-laki lebih tinggi daripada perempuan, namun keduanya berada pada kategori tinggi. Hasil penelitian Metin, Acisli, & Kolomuc (2012) menyimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara sikap prospektif dasar guru terhadap pembelajaran sains dan variabel jenis kelamin, selain itu penelitian Jumanto & Widodo (2018) juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pemahaman hakikat sains guru berdasarkan jenis kelaminnya.

Pemahaman NOS berdasarkan Usia

Pemahaman NOS berdasarkan usia dilakukan dengan mengelompokkan responden berdasarkan usianya. Hasil analisisnya dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.

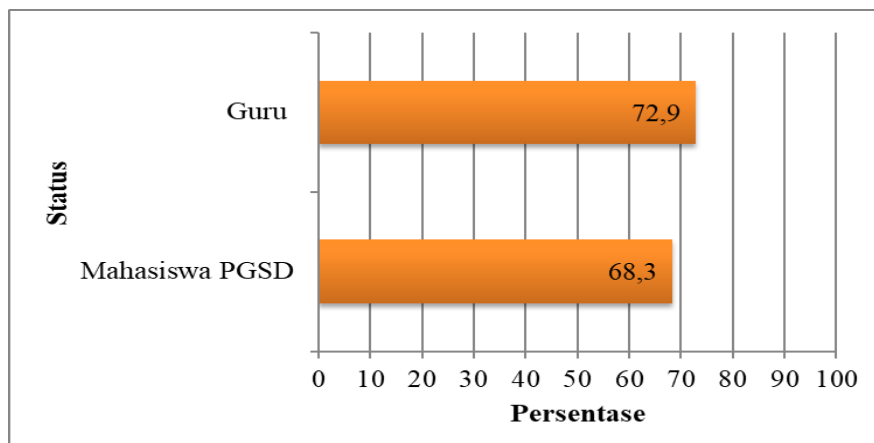


Gambar 3. Grafik Pemahaman Nos Berdasarkan Usia

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa pemahaman NOS responden yang berusia 16 s/d 20 tahun memiliki persentase tertinggi dan yang berusia 31 s/d 40 tahun memiliki persentase terendah, namun keduanya berada pada kategori tinggi. Demikian halnya hasil penelitian Jumanto & Widodo (2018) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada guru berdasarkan jenjang umurnya.

Pemahaman NOS berdasarkan Status

Pemahaman NOS berdasarkan status dibedakan berdasarkan kelompok responden yang terdiri dari mahasiswa dan guru sekolah dasar. Hasil analisisnya dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.

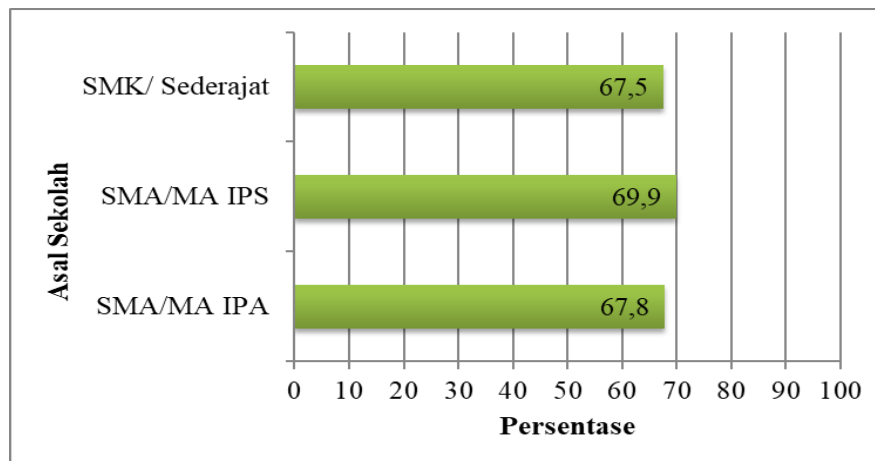


Gambar 4. Grafik Pemahaman Nos Berdasarkan Status

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa pemahaman NOS guru memiliki persentase yang lebih tinggi daripada mahasiswa PGSD, namun keduanya berada pada kategori tinggi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa meskipun guru memiliki pemahaman yang baik mengenai NOS, namun guru tidak merujuk kepada NOS dalam perencanaan pelajaran, pengajaran atau penilaian mereka (Bell, Lederman, dan Abd-El-Khalick 2000), ini artinya bahkan jika guru memiliki pemahaman yang baik tentang NOS, ini tidak berarti hal itu terbukti dalam pengajaran mereka (Kelly & Erduran, 2018).

Pemahaman NOS Mahasiswa PGSD berdasarkan Asal Sekolah

Pemahaman NOS pada mahasiswa PGSD berdasarkan asal sekolah dikelompokkan menjadi mahasiswa yang berasal dari SMA/MA IPA, SMA/MA IPS dan SMK/Sederajat. Hasil analisisnya dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini.

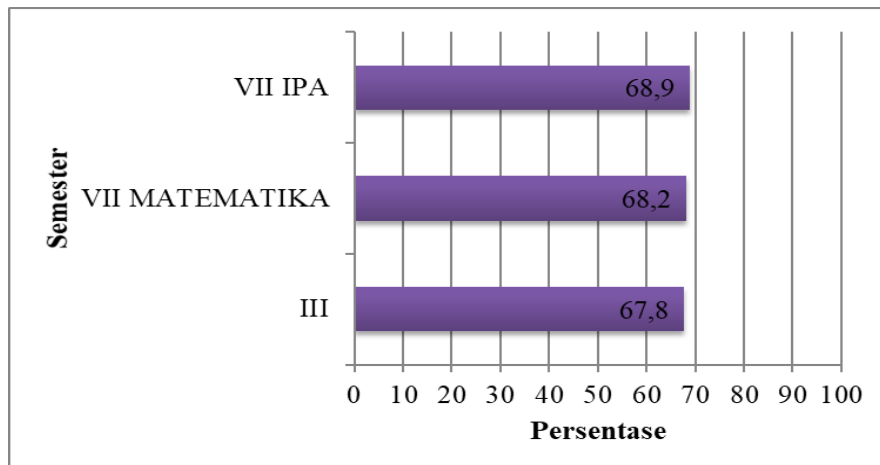


Gambar 5. Grafik Pemahaman Nos Mahasiswa PGSD Berdasarkan Asal Sekolah

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa kelompok mahasiswa PGSD yang berasal dari SMA/ MA IPS memiliki persentase yang paling tinggi, sedangkan yang berasal dari SMK/ Sederajat memiliki persentase yang terendah, namun keduanya berada pada kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang memiliki latar belakang IPS memiliki pemahaman yang lebih baik mengenai NOS. Sesuai penelitian Metin, Acisli, & Kolomuc (2012) bahwa jenis asal sekolah pada jenjang sekolah menengah atas tidak memiliki pengaruh terhadap sikap calon guru terhadap pembelajaran sains.

Pemahaman NOS Mahasiswa PGSD berdasarkan Tingkat/semester

Pemahaman NOS mahasiswa PGSD berdasarkan tingkatan smester dibedakan menjadi mahasiswa pada smester 7 yang mengambil konsentrasi IPA, konsentrasi Matematika, dan mahasiswa pada smester 3. Hasil analisisnya dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.

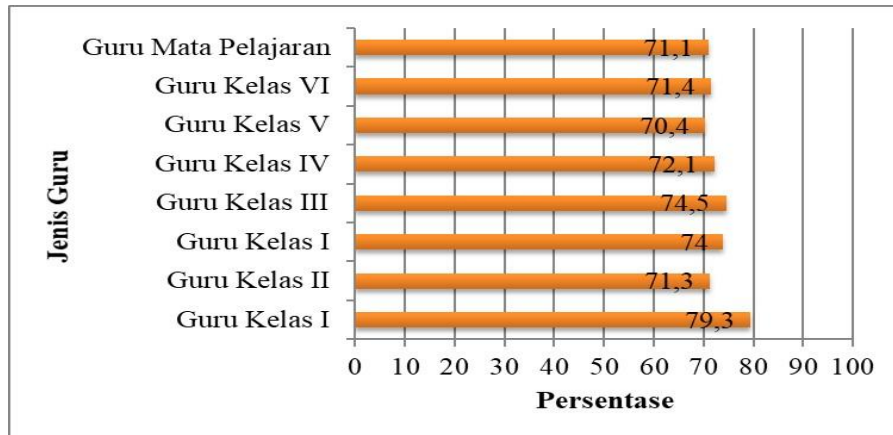


Gambar 6. Grafik Pemahaman Nos Mahasiswa PGSD Berdasarkan Tingkat/ Semester

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa pemahaman NOS mahasiswa semester VII konsentrasi IPA memiliki persentase yang tertinggi, sedangkan mahasiswa semester III memiliki persentase paling rendah, namun demikian keduanya berada pada kategori tinggi. Sesuai dengan penelitian Metin, Acisli, & Kolomuc (2012) bahwa calon guru senior memiliki sikap yang lebih positif terhadap pengajaran IPA daripada calon junior guru, namun tidak ada perbedaan yang signifikan antara sikap prospektif dasar terhadap pembelajaran sains dan variabel tingkat kelas.

Pemahaman NOS Guru berdasarkan Jenis guru

Pemahaman NOS berdasarkan jenis guru dibedakan menjadi guru kelas, yaitu guru yang mengajar dikelas I, II, III, IV, V, dan VI serta guru mata pelajaran. Hasil analisisnya dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.

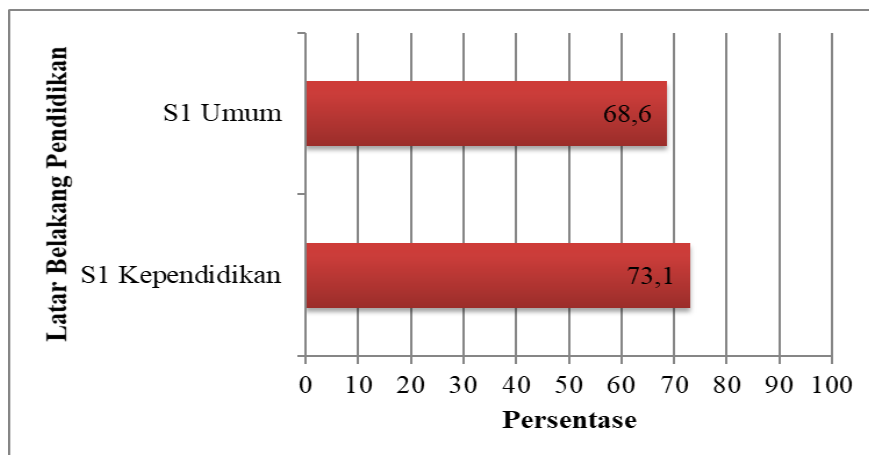


Gambar 7. Grafik Pemahaman Nos Guru Berdasarkan Jenis Guru

Berdasarkan gambar di atas diketahui bahwa guru kelas I memiliki persentase pemahaman NOS yang tertinggi, sedangkan guru kelas V memiliki persentase terendah, namun keduanya memiliki kategori tinggi. Lederman (1999) dalam Adi & Widodo (2018) pemahaman hakikat sains guru tidak selalu berpengaruh pada siswa, akan tetapi tingkat pengalaman, minat, dan persepsinya terhadap siswa yang menentukan.

Pemahaman NOS Guru berdasarkan latar belakang pendidikan

Pemahaman guru berdasarkan latar belakang pendidikan guru ditinjau dari S1 kependidikan dan S1 umum. Hasil analisisnya dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Grafik Pemahaman Nos Guru Berdasarkan Latar Belakang Pendidikan

Berdasarkan latar belakang pendidikan diketahui guru yang berasal dari S1 kependidikan memiliki persentase yang lebih tinggi dari pada guru yang memiliki berasal dari S1 umum, namun demikian keduanya memiliki persentase yang tinggi. Clough (2018) menyebutkan bahwa latar belakang pendidikan guru dipersalahkan karena kurangnya

instruksi NOS yang akurat dan efektif di sekolah. Backhus dan Thompson (2006) dalam Clough (2018) terlalu sedikit program pendidikan pada calon guru sains yang membutuhkan belajar sejarah dan sifat sains dan terlalu sedikit waktu yang ada untuk belajar metode sains dalam meningkatkan pemahaman yang mendalam dan kuat tentang NOS dan NOS pedagogi, dan persiapan guru dalam menghadapi kendala institusional yang mereka hadapi dalam mengajarkan sejarah dan sifat sains juga kurang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemahaman NOS di era revolusi industri 4.0 pada mahasiswa PGSD dan guru di Kota Sumedang memiliki kategori tinggi (69.5%). Berdasarkan aspeknya diketahui pemahaman NOS cukup bervariasi, namun secara umum berada pada kategori tinggi, dengan pemahaman aspek NOS tertinggi ada pada aspek ethos ilmiah (75.2%) dan pemahaman terendah pada aspek sains tidak dapat menjawab semua pertanyaan (63.0%). Pemahaman NOS pada responden dengan jenis kelamin laki-laki, responden yang memiliki rentang usia 16 s/d 20 tahun, responden yang berstatus mahasiswa PGSD, responden mahasiswa yang berasal dari SMA/ MA IPS, responden mahasiswa pada semester VII IPA, responden guru yang mengajar di kelas I, dan responden guru yang memiliki latar belakang S1 kependidikan memiliki persentase pemahaman NOS yang lebih tinggi, serta semuanya berada pada kategori tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- AAAS. (2010). Exploring the Nature of Science Using the Atlas of Science Literacy and Other Education Resources from AAAS Project 2061. Retrieved from www.aaas.org.
- Adi, K. Y., & Widodo, A. (2018). Pemahaman Hakikat Sains Pada Guru dan Siswa Sekolah Dasar. *EDUKASI: Jurnal Pendidikan*, 10(1), 55–72.
- Clough, M. P. (2018). Teaching and Learning About the Nature of Science, 27:1–5. *Sci & Educ*. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9964-0>.
- Digital Science in Horison 2020. (2013). Digital science in Horizon 2020, (March 2013).
- Fernandes, G. W. R., & Ferreira, C. A. (2017). Conceptions of the Nature of Science and Technology: a Study with Children and Youths in a Non-Formal Science and

Technology Education Setting. *Rec Sci Educ*, 1071–1106.
<https://doi.org/10.1007/s11165-016-9599-6>.

Hacieminoglu, E. (2016). Elementary School Students ' Attitude toward Science and Related Variables, (August). <https://doi.org/10.12973/ijese.2016.288a>.

Irzik, G., & Nola, R. (2016). New Directions for NOS Research.

Jumanto, & Widodo, A. (2018). Pemahaman Hakikat Sains Oleh Siswa Dan Guru SD di Kota Surakarta. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2, 20–31.

Kampourakis, K. (2016). The “General Aspects” Conceptualization As A Pragmatic And Effective Means To Introducing Students To Nature Of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667–682. <https://doi.org/10.1002/tea.21305>.

Kariadinata, R. (2012). Menumbuhkan Daya Nalar (Power Of Reason) Siswa Melalui Pembelajaran Analogi Matematika. *Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwangi Bandung*, 1(1). Retrieved from <https://pure.au.dk/ws/files/45699216/nielsen2012.pdf>.

Kelly, R., & Erduran, S. (2018). Understanding Aims And Values Of Science : Developments In The Junior Cycle Specifications On Nature Of Science And Pre-Service Science Teachers ' Views In Ireland. *Irish Educational Studies*, 0(0), 1–28. <https://doi.org/10.1080/03323315.2018.1512886>.

McComas, W. F., & Nouri, N. (2016). The Nature of Science and the Next Generation Science Standards: Analysis and Critique. *Journal of Science Teacher Education*, 27(5), 555–576. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9474-3>.

Mercado, C. T., Macayana, F. B., & Urbiztondo, L. G. (2015). Examining Education Students ' Nature of Science (NOS) Views. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 3(5), 101–110.

Metin, M., Acisli, S., & Kolomuc, A. (2012). Attitude of elementary prospective teachers towards science teaching, 46(October 2015), 2004–2008. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.418>.

Mudavanhu, Y., & Zezekwa, N. (2017). The Views of Nature of Science Expressed by In-Service Teachers Who were Learning History and Philosophy of Science. *Journal of Educational and Social Research*, 7(3), 39–48. <https://doi.org/10.1515/jesr-2017-0003>.

Nielsen, K. H. (2012). Scientific Communication and the Nature of Science. *Sci & Educ*. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9475-3>.



Olson, J. K. (2018). The nature of science in international science education standards documents. *Science and Education*, (1998), 41–52.
<https://doi.org/http://doi.org/10.10007/s11191-018-9993-8>.

Prasetyo, H., & Soetopo, W. (2018). Industri 4.0: telaah klasifikasi aspek dan arah perkembangan riset. *Jurnal Teknik Industri UNDIP*, 13(1), 17–26.

U Kessay (2018). Merton's Theory of Scientific Ethos. Diakses dari <https://www.ukessays.com/essays/sociology/mertons-theory-scientific-ethos-3626.php>.

UNESCO. (2017). *Working Group on Education : Digital skills for life and work Working Group on Education : Digital skills for life and work*.

UNESCO. (2018). A Global Framework of Reference on Digital Literacy, (51).