

Profil Awal Kemampuan Representasi Ilmiah Calon Guru Fisika pada Pembelajaran Fisika Modern

Diah Mulhayatiah^{1*}, Parlindungan Sinaga², Dadi Rusdiana³, Ida Kaniawati⁴, Nurhalia Maulida Putri⁵

¹ Program Studi Pendidikan IPA PascaSarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung 40154, Indonesia

^{2,3,4} Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung 40154, Indonesia

⁵ Pendidikan Fisika, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung 40292, Indonesia

* E-mail: diah.mulhayatiah@upi.edu

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan pembelajaran fisika pada calon guru pendidikan fisika dalam menyelesaikan soal-soal fisika dengan menggunakan berbagai jenis modus representasi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif deskriptif. Metode kualitatif deskriptif dilakukan dengan melakukan studi literatur pada jurnal penelitian sebelumnya untuk mendukung keabsahan penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan awal calon guru pendidikan fisika lebih mudah untuk memecahkan persoalan mengenai konsep fisika modern dengan menggunakan modus representasi gambar dan grafik daripada modus representasi lain

Kata kunci: Representasi Ilmiah, calon guru, fisika modern

Abstract

This research was conducted with the aim of determining the ability to learn physics in physics education students in solving physics problems using various types of representation modes. This research was conducted using descriptive qualitative approach. A descriptive qualitative approach was carried out by conducting literature studies in previous research journals to support the validity of this research. The results showed that physics education students are easier to solve problems about modern physics by using the image and graph representation mode than other representation modes

Keywords: Scientific representation, pre-service teacher, modern physics

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan cara *etis* manusia untuk sesama manusia dan untuk masyarakat manusia dengan tujuan agar dapat mengembangkan bakat seorang manusia hingga pada tingkat optimal dalam batas hakikat individu agar terciptanya manusia yang dapat berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dengan tujuan terciptanya martabat kehidupan manusia yang lebih tinggi (Angrayni, 2019).

Berdasarkan Undang-Undang yang tertulis pada Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Pasal 1 ayat (1), pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan

suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara.

Implementasi dari Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Pasal 1 ayat (1) menghasilkan landasan hukum berupa Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 2008 tentang Wajib Belajar. Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 2008 menyebutkan bahwa setiap warga negara Indonesia yang berusia 7-15 tahun wajib mengikuti pendidikan dasar sekurang kurangnya 9 tahun (Windayani,

2008). Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 2008 tentang Wajib Belajar sekurang-kurangnya 9 tahun menghasilkan opini masyarakat, terutama masyarakat yang berada di kelas ekonomi rendah. Maka dari itu, pendanaan pendidikan telah diatur dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Pasal 11 Ayat 2 dan Pasal 12 ayat 1 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Irawati & Susetyo, 2017) dalam penelitiannya mengenai Implementasi UU No. 20 Tahun 2003 di Blitar menyebutkan bahwa Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) di Blitar berorientasi pada 5 pilar, yaitu APBD yang berorientasi agar masyarakat Blitar menjadi masyarakat yang religius, APBD yang berorientasi pada kemajuan gizi di kota Blitar, APBD yang berorientasi agar masyarakat Kota Blitar tidak bodoh, dan APBD yang berorientasi agar masyarakat Kota Blitar senantiasa dalam keadaan yang aman dan kondusif. Peraturan Pemerintah No. 47 Tahun 2008 tentang Wajib Belajar sekurang-kurangnya 9 tahun diharapkan dapat menjadi tonggak dalam persiapan pendidikan Indonesia menghadapi Pembelajaran Abad-21. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Afifah, 2015) menyebutkan bahwa sistem pendidikan di Indonesia pada tahun 2015 belum berhasil menghasilkan peserta didik yang memiliki karakter bangsa yang cerdas, unggul dan kreatif.

Munculnya Revolusi Industry 4.0 merupakan salah satu tanda dalam pendidikan Abad-21 yang dimana Revolusi Industri 4.0 ini merupakan fase keempat dari proses revolusi industry. 4.0 merupakan *kode tren digitalisasi* dan *otomasi* serta pertukaran data terkini dalam teknologi. Karakteristik revolusi industry 4.0 ditandai dengan adanya berbagai sistem teknologi dan informasi yang mampu mengadopsi kemampuan manusia yang dapat mendorong sistem otomasi dalam semua proses aktivitas ekonomi (Harahap, 2019).

Di abad ke 21, pendidikan memiliki peran yang sangat penting untuk menghasilkan peserta didik yang memiliki keterampilan belajar dan berinovasi, keterampilan menggunakan teknologi dan media informasi,

memiliki keterampilan hidup untuk dapat bekerja dan bertahan hidup (Andrian & Rusman, 2019). Pembelajaran abad 21 ditandai dengan adanya integrasi antara pengetahuan dengan teknologi dalam proses pembelajarannya. Pusat pembelajaran terdapat di peserta didik. Peserta didik dituntut untuk dapat mencari pengetahuan yang akan dipelajari, guru berperan hanya sebagai fasilitator. Berbeda dengan pembelajaran selain pada pembelajaran di abad 21, guru merupakan pusat pembelajaran selama proses pembelajaran terjadi di kelas.

Perbedaan tuntutan hasil pembelajaran pada pembelajaran abad 21 mendorong setiap tenaga pendidik untuk dapat berinovasi dalam teknik mengajar. Pembelajaran abad 21 berpusat pada empat prinsip yang diusung oleh Nicol (Tarihoran, 2019) yaitu diantaranya: (1) *Instruction Should be Student-Centered*, (2) *Education Should be Collaborative*, (3) *Learning Should Have Contact*, (4) *Schools Should be Integrated With Society*. *Instruction Should be Student Centered* mengartikan bahwa pembelajaran abad 21 berpusat pada peserta didik, *Education Should be Collaborative* mengartikan bahwa peserta didik dalam pembelajaran abad 21 merupakan pembelajaran yang dilakukan secara berkelompok dan saling berkolaborasi, *Learning Should Have Contact* mengartikan bahwa materi pada pembelajaran abad 21 dibuat berdasarkan fenomena yang terjadi pada kehidupan sehari-hari yang dapat ditangkap oleh indera peserta didik, *Schools Should be Integrated with Society* mengartikan bahwa dalam pembelajaran Abad-21, peserta didik disiapkan untuk dapat bersosial dengan masyarakat sekitar dengan cara mengikut sertakan peserta didik dalam kegiatan masyarakat.

Kemajuan pendidikan tidak lain disebabkan juga oleh peran calon guru. Calon guru memiliki peran yang sangat penting untuk kemajuan sebuah bangsa dan negara, salah satunya kemajuan dalam bidang pendidikan. Pembelajaran abad 21 menuntut peserta didik salah satunya untuk dapat memiliki kemampuan berpikir kritis (Jannah & Atmojo, 2022). Model pembelajaran yang dapat

mengajarkan dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik adalah pembelajaran berbasis masalah yang mengandung kegiatan yang mengacu pada interpretasi data yang dikumpulkan, memprediksi hal, menarik kesimpulan dan mempresentasikan hasil (Safitri et al., 2021)

Terdapat lima keterampilan yang wajib dimiliki oleh seorang guru dalam menghadapi pembelajaran abad 21, yaitu keterampilan berpikir kritis, keterampilan memecahkan masalah, keterampilan komunikasi dan kolaborasi, keterampilan berpikir kreatif dan inovatif, keterampilan literasi teknologi dan informasi (Yusri, 2021). Namun pada nyatanya, saat ini belum semua satuan pendidikan menerapkan pembelajaran Abad-21 dan guru yang menjadi tenaga pendidik belum memiliki kompetensi pembelajaran Abad-21, hal ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Junedi et al., 2020) yang menganalisis kemampuan keterampilan pembelajaran Abad-21 pada kompetensi pembelajaran guru pada satuan pendidikan MTs Masaratul Mut'allimin Banten.

Kemampuan kompetensi pembelajaran Abad-21 pada guru dapat ditanamkan sedini mungkin mahasiswa calon guru. Calon guru pada program studi pendidikan, salah satunya calon guru/l pendidikan fisika merupakan calon guru/l yang disiapkan untuk menjadi seorang guru pada pembelajaran abad 21. Untuk dapat menciptakan seorang calon guru yang memiliki keterampilan berpikir kritis, keterampilan memecahkan masalah, keterampilan komunikasi dan kolaborasi, keterampilan berpikir kreatif dan inovatif, keterampilan literasi teknologi dan informasi salah satunya adalah dengan cara memberikan soal-soal fisika yang mengandung berbagai jenis modus representasi. Kemampuan representasi adalah salah satu kemampuan penyelesaian masalah dalam suatu kondisi yang membutuhkan solusi yang dapat dipresentasikan dalam bentuk hitungan matematis, verbal, gambar dan grafik (Tadris et al., 2022) Modus representasi pada pembelajaran fisika terdiri atas modus representasi verbal atau teks, modus representasi gambar, modus representasi tabel, modus representasi grafik dan modus

representasi persamaan matematika (Asda & Andromeda, 2021). Penggunaan multirepresentasi dalam pembelajaran fisika dapat membantu calon guru dalam memahami konsep atau teori dan dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis calon guru sebagai proses mencari, memperoleh, mengevaluasi, menganalisis, mensintesis dan membuat konsep informasi sebagai panduan untuk mengembangkn pemikiran seseorang dengan kesadaran diri dan kemampuan untuk menggunakan informasi dengan menambahkan kreativitas dan mengambil resiko dari suatu keputusan (Rahmat et al., 2019). Untuk menjawab tantangan pembelajaran abad 21, maka perlu disiapkan seorang calon guru yang memiliki kompetensi pembelajaran abad 21. Oleh karena itu, dilakukan penelitian multirepresentasi pada calon guru pendidikan fisika yang disiapkan untuk menjadi guru pada pembelajaran abad 21 agar mengetahui kemampuan pembelajaran fisika pada calon guru fisika dalam memecahkan masalah pada soal fisika dengan menggunakan berbagai jenis modus representasi.

METODE/EKSPERIMEN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif deskriptif. Metode penelitian kualitatif dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan penelitian yang didapat dengan tidak menggunakan prosedur-prosedur statistic (Nugrahani, 2014). Pengumpulan data hasil penelitian dilakukan dengan memberikan soal-soal fisika dengan menggunakan jenis modus representasi teks, gambar, dan grafik pada mahasiswa pendidikan fisika sebagai calon guru. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual untuk mengetahui nilai rata-rata per soal, nilai rata-rata per calon guru dan nilai rata-rata per indicator. Nilai rata-rata per soal digunakan untuk mengetahui kemampuan pembelajaran fisika pada calon guru pendidikan fisika dalam memecahkan masalah dengan menggunakan salah satu jenis modus representasi, nilai rata-rata per calon guru digunakan untuk mengetahui kemampuan pembelajaran fisika

pada calon guru pendidikan fisika dalam memecahkan masalah dengan menggunakan berbagai jenis modus representasi. Dan nilai rata-rata per indicator digunakan untuk mengetahui kualitas soal yang terdiri atas berbagai jenis modus representasi. Metode kualitatif deskriptif dilakukan dengan menggunakan studi literature dan jurnal penelitian sebelumnya untuk menunjang keabsahan hasil penelitian ini. Metode penelitian metode kualitatif digunakan untuk memahami keadaan suatu objek penelitian dengan mengarahkan focus objek penelitian dalam suatu konteks yang alami tentang apa yang sebenarnya terjadi di kehidupan sehari-hari (Nugrahani, 2014)

Penelitian ini dilakukan pada 23 Calon guru Pendidikan fisika di Universitas dan di angkatan yang sama sebagai calon guru di abad 21. Objek penelitian diberikan empat jenis soal materi fisika, yaitu soal materi fenomena kuantum, soal materi teori relativitas, soal materi radioaktivitas dan soal materi teori atom. Setiap satu jenis materi soal fisika, setiap soal mengandung berbagai jenis modus representasi. Modus representasi dalam pembelajaran fisika terdiri atas representasi teks, grafik, tabel, persamaan matematika dan gambar (Siswanto, 2019)

Jenis soal yang digunakan pada penelitian ini adalah soal essay. Soal essay digunakan untuk dapat menggali informasi yang lebih lengkap terkait soal materi fisika pada soal materi radioaktivitas, soal materi teori relativitas, soal materi teori atom dan soal materi fenomena kuantum (Juliane et al., 2017).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kemampuan calon guru pendidikan fisika dalam memecahkan masalah atau fenomena yang berkaitan dengan fisika dalam bentuk soal dengan berbagai jenis modus representasi. Jenis modus representasi yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis modus representasi teks, modus representasi gambar, representasi grafik, representasi persamaan matematika dan representasi tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

1. Profil Soal Multirepresentasi

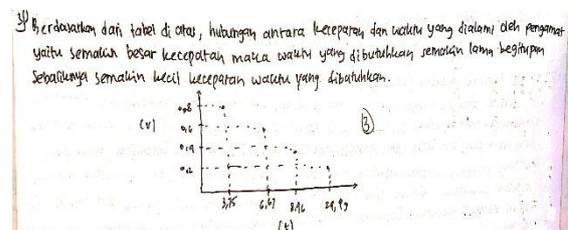
Jenis modus representasi yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis modus representasi teks, gambar, grafik, persamaan matematis dan tabel. Berikut merupakan contoh soal dan jawaban dan dengan jenis modus representasi grafik representasi gambar pada soal materi teori relativitas

Seorang siswa menyajikan data hasil praktikum konsep dilatasi waktu dalam modus representasi tabel seperti berikut.

Kecepatan (c)	Waktu Menurut Pengamat dari Bumi (jam)	
	Percobaan	Perhitungan
0,2	24,49	24,49
0,4	11,46	11,46
0,6	6,67	6,67
0,8	3,75	3,75

Jelaskan hubungan antara kecepatan dan waktu yang dialami oleh pengamat dalam modus representasi grafik!

Gambar 1. Soal Teori Relativitas Dengan Jenis Modus Representasi Grafik

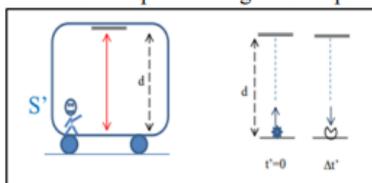


Gambar 2. Jawaban Soal Jenis Modus Representasi Grafik

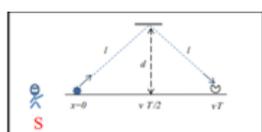
Gambar 1 merupakan soal materi Teori Relativitas dengan menggunakan jenis modus representasi grafik. Pada soal tersebut disajikan data hasil praktikum yang dituangkan dalam modus representasi tabel. Gambar 2 merupakan jawaban dari soal materi Teori Relativitas yang menggunakan modus representasi tabel yang dijawab dengan menggunakan modus representasi grafik.

Berikut merupakan soal dan jawaban pada materi Teori Relativitas yang digunakan sebagai bahan penelitian ini.

Seorang siswa menjelaskan garis lintasan cahaya suatu benda menurut pengamat yang diam dan bergerak yang terlihat dalam modus representasi gambar seperti berikut.



Gambar 1



Gambar 2

Kedua gambar tersebut sudah dapat menunjukkan lintasan cahaya suatu benda dengan baik, baik dari sudut pandang pengamat yang diam maupun sudut pandang pengamat yang bergerak. Gambar pertama menunjukkan pengamat yang berada dalam suatu kendaraan melempar suatu benda secara vertikal dan kembali lagi ke arah pengamat tersebut. Dari sudut pandangnya, benda hanya bergerak dari bawah ke atas, dan kembali ke bawah, sehingga lintasan cahaya yang dibuat hanya garis vertikal.

Gambar 3. Soal Teori Relativitas Dengan Jenis Modus Representasi Gambar

Selesai karena berdasarkan gambar yang telah terse di bahwa pengamat dalam kendaraan melihat benda bergerak dalam lintasan vertikal. Selanjutnya, menurut pengamat di atas tanah, benda memiliki komponen horizontal dari kelajuan yang besarnya sama dengan kelajuan kendaraan, dimana telah diperlihatkan pada gambar. Sehingga sesuai dengan transformasi ruang-waktu ketika dimana waktu kejadian untuk pengamat di S = waktu kejadian untuk pengamat di S'.

Gambar 4. Jawaban Soal Jenis Modus Representasi Teks

Gambar 3 menunjukkan soal materi Teori Relativitas dengan menggunakan jenis modus representasi gambar. Pada soal tersebut disajikan dua buah gambar berikut dengan penjelasan dari kedua gambar tersebut. Mahasiswa pendidikan fisika diminta untuk menganalisis kedua gambar tersebut dan mencari tau validasi dari penjelasan kedua gambar tersebut dengan menggunakan jenis modus representasi teks.

Gambar 4 menunjukkan jawaban dari soal materi Teori Relativitas diatas yang menggunakan jenis modus representasi gambar. Jawaban dari soal tersebut merupakan jawaban yang menggunakan jenis modus representasi teks.

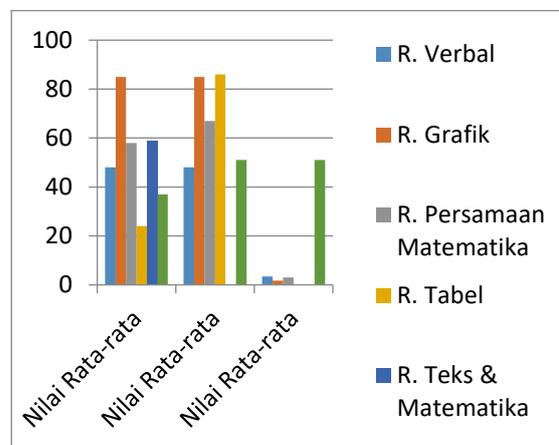
2. Analisis Rata-Rata Per Soal

Hasil penelitian multirepresent pada calon guru pendidikan fisika menunjukkan bahwa calon guru pendidikan fisika sebagai objek penelitian memiliki kemampuan pembelajaran fisika yang dibawah standar kemampuan pembelajaran fisika pada calon guru pada umumnya. Pada soal fisika materi fenomena kuantum menunjukkan bahwa calon guru pendidikan fisika yang menjadi objek penelitian lebih dapat memahami soal jika soal menggunakan modus representasi tabel. Nilai rata-rata per soal dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \Sigma \text{ skor per soal} \times \frac{\Sigma mhs}{\text{skor ideal}} \times 100\%$$

$$\bar{X} = \Sigma \text{ skor per soal} \times \frac{23}{4} \times 100\%$$

Nilai rata-rata per soal pada soal materi fenomena kuantum menunjukkan soal yang menggunakan modus representasi tabel memiliki nilai yang lebih besar daripada soal dengan menggunakan modus representasi lain.

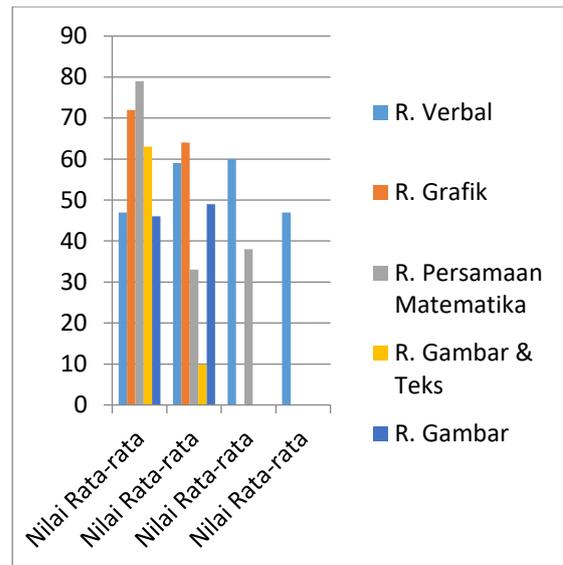


Gambar 5. Grafik hubungan antara nilai rata-rata dengan jenis modus representasi pada soal fenomena kuantum

Gambar 5 di atas merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai rata-rata per soal pada data nilai kemampuan calon guru pendidikan fisika dalam pemecahan masalah dalam soal fenomena kuantum dengan menggunakan modus representasi yang berbeda-beda. Pada soal dengan menggunakan modus representasi verbal, nilai

rata-rata calon guru pendidikan fisika sebesar 78 pada soal nomor 1A dan nilai sebesar 48 pada soal nomor 3B. Pada soal dengan menggunakan modus representasi grafik, nilai rata-rata calon guru pendidikan fisika sebesar 85 pada soal nomor 1B dan 4A. Pada soal dengan menggunakan modus representasi persamaan matematika, nilai rata-rata calon guru pendidikan fisika sebesar 58 pada soal nomor 4B dan nilai sebesar 67 pada soal nomor 2. Pada soal dengan menggunakan modus representasi tabel, nilai rata-rata calon guru pendidikan fisika sebesar 24 pada soal nomor 3A dan soal nomor 4C. Pada soal dengan menggunakan modus representasi verbal dan matematika, nilai rata-rata calon guru pendidikan fisika sebesar 59 pada soal nomor 5. Pada soal dengan menggunakan modus representasi gambar dan verbal, nilai rata-rata calon guru pendidikan fisika sebesar 37 pada soal nomor 7, nilai sebesar 51 pada soal nomor 6 dan 8.

Ketika objek penelitian diberikan soal fisika materi radioaktivitas, calon guru pendidikan fisika memiliki kemampuan yang lebih baik dalam pemecahan masalah pada soal fisika dengan menggunakan modus representasi persamaan matematika. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika pada soal materi radioaktivitas memiliki nilai sebesar 79 pada soal dengan modus representasi persamaan matematika yang merupakan nilai yang paling tinggi daripada nilai rata-rata soal dengan modus representasi yang lain.

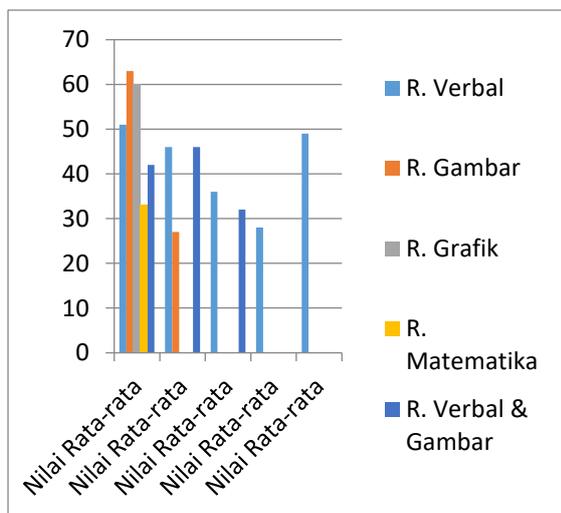


Gambar 6. Grafik hubungan antara nilai rata-rata dengan jenis modus representasi pada soal radioaktivitas.

Gambar 6 di atas merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai rata-rata per soal pada data nilai kemampuan calon guru pendidikan fisika dalam pemecahan masalah dalam soal materi radioaktivitas dengan menggunakan modus representasi yang berbeda-beda. Pada soal yang menggunakan modus representasi verbal nilai rata-rata calon guru pendidikan fisika sebesar 47 pada soal nomor 1A, nilai rata-rata sebesar 59 pada soal nomor 3B, nilai rata-rata sebesar 60 pada soal nomor 4A, nilai rata-rata sebesar 47 pada soal nomor 5A. Pada soal yang menggunakan modus representasi grafik nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika sebesar 72 pada soal nomor 3A dan nilai sebesar 64. Pada soal yang menggunakan modus representasi persamaan matematika nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika sebesar 79 pada soal nomor 1B, nilai rata-rata sebesar 33 pada soal nomor 4C, nilai rata-rata sebesar 38 pada soal nomor 5B. Pada soal menggunakan modus representasi gambar dan teks, nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika sebesar 63 pada soal nomor 2 dan nilai rata-rata sebesar 9.8 pada soal nomor 8. Pada soal dengan menggunakan modus representasi gambar, nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika sebesar 46 pada soal nomor 6 dan nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika sebesar 49 pada soal nomor

7.

Berdasarkan data hasil penelitian, calon guru pendidikan fisika yang diberikan soal fisika materi teori atom menunjukkan bahwa calon guru pendidikan fisika memiliki kemampuan pemecahan masalah pada soal fisika jika soal fisika yang disajikan menggunakan modus representasi gambar. Nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika pada soal teori atom memiliki nilai sebesar 63 pada soal dengan modus representasi gambar yang merupakan nilai tertinggi daripada nilai rata-rata soal dengan modus representasi yang lain.

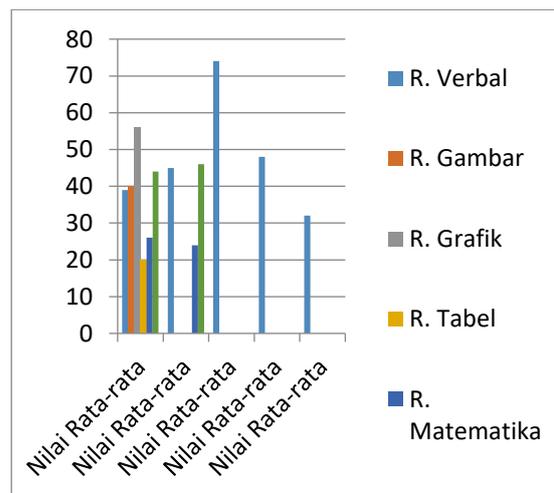


Gambar 7. Grafik hubungan antara nilai rata-rata dengan jenis modus representasi pada soal teori atom.

Gambar 7 di atas merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai rata-rata per soal pada data nilai kemampuan calon guru pendidikan fisika dalam pemecahan masalah dalam soal materi teori atom. Pada soal yang menggunakan modus representasi verbal, memiliki nilai rata-rata per soal pada calon guru pendidikan fisika sebesar 51 pada soal nomor 1A, nilai sebesar 46 dan 36 pada soal 3A dan 3B, nilai sebesar 28 pada soal nomor 4B dan nilai sebesar 49 pada soal nomor 6. Pada soal yang menggunakan modus representasi gambar, memiliki nilai rata-rata per soal pada calon guru pendidikan fisika sebesar 63 pada soal nomor 1B dan nilai sebesar 27 pada soal nomor 2. Pada soal yang menggunakan modus representasi grafik, nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika sebesar 60 pada soal

nomor 4A. Pada soal yang menggunakan modus representasi persamaan matematika, nilai rata-rata per soal pada calon guru pendidikan fisika sebesar 33 pada soal nomor 4C. Pada soal yang menggunakan modus representasi teks dan gambar, nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika sebesar 42 pada soal nomor 5, nilai rata-rata sebesar 46 pada soal 3A, nilai rata-rata sebesar 32 pada soal nomor 8.

Berdasarkan hasil penelitian, calon guru pendidikan fisika memiliki kemampuan pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika yang lebih baik jika disajikan soal dengan menggunakan modus representasi teks pada soal materi teori relativitas. Nilai rata-rata per soal pada data hasil pengamatan pada soal dengan modus representasi teks memiliki nilai sebesar 74 yang merupakan nilai rata-rata tertinggi daripada soal dengan modus representasi yang lain.



Gambar 8. Grafik hubungan antara nilai rata-rata dengan jenis modus representasi pada soal teori relativitas.

Gambar 8 di atas merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai rata-rata per soal pada data nilai kemampuan calon guru pendidikan fisika dalam pemecahan masalah dalam soal materi teori relativitas. Pada soal yang menggunakan modus representasi verbal, memiliki nilai rata-rata per soal pada calon guru pendidikan fisika sebesar 39 pada soal nomor 1A, nilai rata-rata sebesar 45 pada soal nomor 2A, nilai rata-rata sebesar 74 pada soal nomor 4A, nilai rata-rata sebesar 48 pada

soal nomor 5, rata-rata sebesar 32 pada soal nomor 6. Pada soal yang menggunakan modus representasi gambar, nilai rata-rata sebesar 40 pada soal 1B. Pada soal dengan menggunakan modus representasi grafik, nilai rata-rata sebesar 56 pada soal nomor 3A. Pada soal dengan menggunakan modus representasi tabel, nilai rata-rata sebesar 20 pada soal nomor 3B. Pada soal dengan menggunakan modus representasi persamaan matematika, nilai rata-rata sebesar 26 pada soal nomor 4B, nilai rata-rata sebesar 24 pada soal nomor 4C. Pada soal dengan menggunakan modus representasi teks dan gambar, nilai rata-rata per soal pada calon guru pendidikan fisika sebesar 44 pada soal nomor 7 dan nilai rata-rata sebesar 46 pada soal nomor 8.

3. Analisis Rata-Rata Nilai Per Indikator

Nilai rata-rata soal per indikator calon guru pendidikan fisika dianalisis untuk mengetahui kemampuan calon guru pendidikan fisika dalam menyelesaikan soal fisika dengan menggunakan berbagai jenis modus representasi berdasarkan indikator pada rubric penilaian yang telah dibuat.

Tabel 1. Nilai Rata-rata per Indikator Calon guru Pendidikan Fisika pada Materi Fenomena Kuantum

No Soal	Nilai Rata-rata per Indikator
1	78
2	85
3	67
4	24
5	48
6	85
7	58
8	86
9	59
10	51
11	37
12	51

Tabel 1 di atas menunjukkan data nilai rata-rata per indikator calon guru pendidikan fisika. Berdasarkan rubric soal yang telah dibuat, soal essay fenomena kuantum terdiri atas 8 soal dengan soal nomor 1 dan 3 yang terdiri atas 2 type soal, soal nomor 4 terdiri atas 3 type soal yang jika ditotalkan menjadi 12 soal pada materi fenomena kuantum. Pada setiap butir soal memiliki target pencapaian masing-masing sehingga nilai rata-rata per indikator

memiliki nilai yang sama dengan nilai rata-rata per soal calon guru pendidikan fisika sebagai objek penelitian.

Tabel 2. Nilai Rata-rata per Indikator Calon guru Pendidikan Fisika pada Materi Teori Relativitas

No Soal	Nilai Rata-rata per Indikator
1	47
2	79
3	63
4	72
5	59
6	60
7	64
8	33
9	47
10	38
11	46
12	49
13	9.8

Tabel 2 di atas menunjukkan data nilai rata-rata per indikator calon guru pendidikan fisika. Berdasarkan rubric yang telah dibuat, soal essay materi teori relativitas terdiri atas 8 soal dengan soal nomor 1,2 dan 5 yang terdiri atas 2 type soal dan soal nomor 4 yang terdiri atas 3 type soal sehingga jika ditotalkan menjadi 13 soal. Pada rubric soal yang telah dibuat peneliti, setiap soal mengandung satu indikator tertentu sehingga nilai rata-rata per indikator pada butir soal essay materi teori relativitas memiliki nilai yang sama dengan nilai rata-rata per soal.

Tabel 3. Nilai Rata-rata per Indikator Calon guru Pendidikan Fisika pada Materi Teori Atom

No Soal	Nilai Rata-rata per Indikator
1	51
2	63
3	29
4	41
5	41
6	60
7	28
8	33
9	42
10	49
11	46
12	32

Tabel 3 di atas menunjukkan data nilai rata-rata per indikator calon guru pendidikan fisika. Berdasarkan rubric soal yang telah dibuat, soal essay materi teori atom terdiri atas 8 butir soal

dengan soal nomor 1 dan 3 terdiri atas 2 type soal dan soal nomor 4 terdiri atas 3 type butir soal. Sehingga total jumlah soal pada materi teori atom ini terdiri atas 12 soal. Pada soal nomor 3 yang terdiri atas 2 type soal, memiliki 1 indicator atau 1 target tujuan pembelajaran. Sehingga di rata-rata kan soal nomor 3 memiliki nilai rata-rata per indicator sebesar 41. Pada nomor soal yang lain, setiap butir soal memiliki 1 indikator sehingga memiliki nilai rata-rata per indicator yang sama dengan nilai rata-rata per soal pada materi teori atom.

Tabel 4. Nilai Rata-rata per Indikator Calon guru Pendidikan Fisika pada Materi Radioaktivitas

No Soal	Nilai Rata-rata per Indikator
1	39
2	40
3	45
4	56
5	20
6	74
7	26
8	24
9	48
10	32
11	44
12	46

Tabel 4 di atas menunjukkan data nilai rata-rata per indicator. Pada rubric yang sebelumnya telah dibuat, soal essay materi radioaktivitas terdiri atas 8 soal dengan soal nomor 1 dan 3 yang terdiri atas 2 type soal dan soal nomor 4 yang terdiri atas 3 type soal. Sehingga total jumlah soal pada soal materi radioaktivitas terdiri atas 12 butir soal essay. Berdasarkan rubric soal, soal essay materi radioaktivitas memiliki 1 indikator untuk setiap 1 butir soal, sehingga nilai rata-rata per indicator memiliki nilai yang sama dengan nilai rata-rata per soal.

PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk menciptakan guru yang siap mengajar di pembelajaran abad 21 diperlukan usaha yang serius agar dapat terciptanya guru yang memiliki kemampuan untuk dapat mencari tahu bersama dengan peserta didik mereka, menjadi teladan atau role model

peserta didik, keterbukaan, dan ketekunan kepada siswa nya untuk menghadapi realitas kehidupan digital abad 21 (Blyznyuk, 2019), selain itu kompetensi lain yang wajib dimiliki oleh seorang guru adalah kompetensi pedagogic yang digunakan untuk dapat memahami tentang perkembangan psikologi peserta didik sehingga dapat memudahkan proses pembelajaran di kelas (Akbar, 2021)

Menurut Wagner (2010) dalam (Winaryati, 2018) terdapat skill yang diperlukan untuk karir (*The Seven Survival Skills for Careers, College, and Citizenship*) yaitu yang terdiri atas kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, kolaborasi dan kepemimpinan, ketangkasan dan kemampuan beradaptasi, inisiatif dan berjiwa entrepreneur, mampu berkomunikasi efektif baik secara oral maupun tertulis, mampu mengakses dan menganalisis informasi dan memiliki rasa ingin tahu dan imajinasi. Untuk dapat menciptakan seorang peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang tinggi, diperlukan seorang pendidik yang juga memiliki kemampuan berpikir kritis tingkat tinggi.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan tingkat berpikir kritis calon guru pendidikan fisika sebagai calon guru fisika adalah dengan diberikan pembelajaran yang melatih kemampuan dengan menggunakan berbagai jenis modus representasi (representasi verbal, grafik, tabel, gambar, persamaan matematika). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Setyandaru et al., 2017) penelitian analisis soal dengan menggunakan modus representasi dapat memvisualisasikan materi yang abstrak dan membuat konsep menjadi lebih jelas. Terdapat tiga cara yang dapat digunakan pada multirepresentasi dalam pembelajaran fisika yaitu sebagai cara atau alat untuk menguraikan persoalan yang terjadi ketika calon guru atau peserta didik membuat sketsa situasi fisis dan melengkapi informasi, sebagai pokok persoalan ketika calon guru atau peserta didik secara eksplisit diminta untuk membuat grafik atau mencari nilai suatu besaran fisis menggunakan grafik dan sebagai langkah atau prosedur formal ketika calon guru atau peserta didik diminta untuk menggambar

diagram benda bebas sebagai salah satu langkah awal dalam menerapkan konsep untuk memecahkan soal fisika (Hasbullah et al., 2019)

Penggunaan modus representasi dalam penanaman suatu konsep membantu peserta didik atau calon guru untuk memahami konsep yang dipelajari dan yang perlu diperhatikan bahwa setiap peserta didik atau calon guru memiliki kemampuan spesifik yang lebih menonjol daripada kemampuan lainnya dan terdapat juga calon guru atau peserta didik yang kemampuan verbal nya lebih menonjol daripada kemampuan sosialnya, terdapat juga calon guru atau peserta didik yang kemampuan spasial kuantitatifnya lebih menonjol daripada kemampuan lainnya (Suhandi & Wibowo, 2012)

Proses pembelajaran dapat meningkatkan tingkat berpikir kritis jika model pembelajaran yang digunakan adalah model pembelajaran berbasis masalah. Kemampuan atau *skill* seorang manusia akan terasah dan berkembang berdasarkan tingkat pendidikan yang telah mereka ikuti (Puspitasari et al., 2019). Pendidikan merupakan kebutuhan dan tuntutan yang digunakan demi menjamin perkembangan dan kelangsungan kehidupan berbangsa dan bernegara untuk tercapainya sumber daya manusia yang berintelektualitas dan berkualitas tinggi yang bergantung pada keberhasilan sistem penyelenggaraan pendidikan (Budi Yoga Bhakti, 2017) dan kemajuan suatu bangsa tidak terlepas dari peran pendidikan yang berperan untuk meningkatkan sumber daya manusia (Rohman & Lusiyana, 2017). Selain itu, pendidikan juga memiliki peranan penting dalam menciptakan masyarakat yang cerdas secara emosional, spiritual dan intelektual (Sari et al., 2019)

Untuk dapat menghadapi pembelajaran abad 21, peserta didik diharuskan memiliki kompetensi masa depan yaitu kompetensi berkomunikasi, berpikir kritis dan kreatif agar mampu beradaptasi hidup dalam masyarakat global yang memiliki minat luas dalam kehidupan dan siap untuk terjun ke dunia kerja sesuai dengan kecerdasan bakat dan minatnya (Ika, 2018)

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa untuk dapat menghadapi pembelajaran di abad 21, diperlukan persiapan yang serius. Salah satunya adalah dengan mempersiapkan tenaga pendidik yang memiliki kompetensi berkomunikasi, beradaptasi, berpikir kritis. Untuk menciptakan tenaga pendidik yang memiliki tingkat berpikir kritis tingkat tinggi dapat diuji dengan memberikan soal-soal dengan menggunakan berbagai jenis modus representasi. Pendidikan memiliki peranan yang penting dalam kemajuan suatu bangsa dan negara dan kemajuan sistem pendidikan juga dipengaruhi oleh kualitas tenaga pengajar.

Adapun saran yang dapat dilakukan untuk menghasilkan calon guru yang memiliki kompetensi pembelajaran Abad-21 adalah dengan melalui penerapan model pembelajaran berbasis masalah, model pembelajaran *inquiry* dan model pembelajaran lain yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa pendidikan fisika sebagai calon guru fisika.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tulisan ini.

REFERENSI

- Afifah, N. (2015). Problematika Pendidikan di Indonesia (Telaah dari Aspek Pembelajaran). *Jurnal Pendidikan*, 1(Vol. 1 Januari 2015: Jurnal Pendidikan), 41–74. <https://unimuda.e-journal.id/jurnalpendidikan/article/view/148>
- Akbar, A. (2021). Pentingnya Kompetensi Pedagogik Guru. *JPG: Jurnal Pendidikan Guru*, 2(1), 23. <https://doi.org/10.32832/jpg.v2i1.4099>
- Andrian, Y., & Rusman, R. (2019). Implementasi pembelajaran abad 21 dalam kurikulum 2013. In *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan* (Vol. 12, Issue 1, pp. 14–23). <https://doi.org/10.21831/jpipip.v12i1.2016>
- Angrayni, afrita. (2019). Problematika pendidikan di Indonesia. *Fakultas Ushuluddin Dan Dakwah IAIN Ambon* [2,

- 1–10.
- Asda, V. D., & Andromeda, A. (2021). Efektivitas E-modul Berbasis Guided Inquiry Learning Terintegrasi Virlabs dan Multirepresentasi pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit terhadap Hasil Belajar Siswa. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 710–716. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i3.423>
- Blyznyuk, T. (2019). Formation of Teachers' Digital Competence: Domestic Challenges and Foreign Experience. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 5(1), 40–46. <https://doi.org/10.15330/jpnu.5.1.40-46>
- Budi Yoga Bhakti. (2017). Evaluasi Program Model CIPP Pada Proses. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah*, 1(2), 75–82.
- Harahap, N. J. (2019). Mahasiswa Dan Revolusi Industri 4.0. *Ecobisma (Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Manajemen)*, 6(1), 70–78. <https://doi.org/10.36987/ecobi.v6i1.38>
- Hasbullah, H., Halim, A., & Yusrizal, Y. (2019). Penerapan Pendekatan Multi Representasi Terhadap Pemahaman Konsep Gerak Lurus. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 2(2), 69–74. <https://doi.org/10.24815/jipi.v2i2.11621>
- Ika, Y. E. (2018). Pembelajaran Berbasis Laboratorium IPA untuk Melatih Keterampilan Komunikasi Ilmiah Siswa SMP Kelas VII. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 2(2), 101–113. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v2i2.338>
- Irawati, E., & Susetyo, W. (2017). Implementasi Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional Di Blitar. *Jurnal Supremasi*, 7(1), 3. <https://doi.org/10.35457/supremasi.v7i1.374>
- Jannah, D. R. N., & Atmojo, I. R. W. (2022). Media Digital dalam Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1064–1074. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2124>
- Juliane, C., Arman, A. A., Sastramihardja, H. S., & Supriana, I. (2017). Digital Teaching Learning for Digital Native ; Tantangan Dan Peluang. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*, 3(2), 29–35. <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/RMSI/article/viewFile/4273/2623>
- Junedi, B., Mahuda, I., & Kusuma, J. W. (2020). Optimalisasi keterampilan pembelajaran abad 21 dalam proses pembelajaran pada Guru MTs Massaratul Mut'allimin Banten. *Transformasi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 16(1), 63–72. <https://doi.org/10.20414/transformasi.v16i1.1963>
- Nugrahani, F. (2014). dalam Penelitian Pendidikan Bahasa. *信阳师范学院*, 1(1), 305.
- Puspitasari, T. O., Putri, Y. E., & Yohanes, Y. (2019). Sikap Terhadap Konsentrasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Fisika di Sekolah Menengah Atas. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 3(2), 79–85. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v3i2.537>
- Rahmat, R., Suwama, I. R., & Imansyah, H. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis Multirepresentasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sma Pada Materi Getaran Harmonik. VIII, SNF2019-PE-101–106. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.p13>
- Rohman, F., & Lusiyana, A. (2017). Keterampilan Proses Sains Dan Keterampilan Sosial. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 1(2), 47–56. <http://www.journal.stkipnurulhuda.ac.id/index.php/JIPFRI/article/view/115>
- Safitri, H., Hamidah, I., Setiawan, W., & Kaniawati, I. (2021). Profil Keterampilan Berpikir Kritis dan Perilaku Mahasiswa Pendidikan Fisika. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 5(2), 87–94. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v5i2.1055>
- Sari, F. A., Suseno, N., & Riswanto, R. (2019). Pengembangan Modul Fisika Online Berbasis Web pada Materi Usaha dan Energi. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 3(2), 129–135. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v3i2.476>
- Setyandaru, T. A., Wahyuni, S., & Putra, P. D. A. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Multirepresentasi Pada Pembelajaran Fisika Di Sma/Ma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(3), 218–224. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/5313>
- Siswanto, J. (2019). Implementasi Model IBMR Berbantu PhET Simulation untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 10(2), 96–100. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v10i2.4437>

- Suhandi, A., & Wibowo, F. C. (2012). Pendekatan Multirepresentasi Dalam Pembelajaran Usaha-Energi dan Dampak Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8(1), 1–7.
- Tadris, J., Pengetahuan, I., Tarbiyah, F., & Ilmu, D. A. N. (2022). *Jurusan tadaris ilmu pengetahuan alam fakultas tarbiyah dan ilmu keguruan institut agama islam negeri ponorogo juni 2022*.
- Tarihoran, E. (2019). Guru dalam pengajaran abad 21. *Jurnal Kateketik Dan Pastoral*, 4(1), 46–58. blob:<http://e-journal.stp-ipi.ac.id/393f7271-9934-4891-ab16-b6f5cf42a9a7>
- Winaryati, E. (2018). Penilaian Kompetensi Siswa Abad 21. *Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNISMUS 2018*, 6(1), 6–19. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/viewFile/4070/3782>
- Windayani, P. (2008). Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 47 Tahun 2008 Pasal 3 Ayat 2 Tentang Wajib Belajar 9 Tahun (Studi Di Kecamatan Belimbing Hulu Kabupaten Melawi). In *Jurnal Hukum Prodi Ilmu Hukum Fakultas Hukum Untan (Jurnal Mahasiswa S1 Fakultas Hukum) Universitas Tanjungpura* (Vol. 5, Issue 3).
- Yusri, A. M. (2021). *Indonesian Journal of Primary Education The Role of Teachers in 21st Century Learning During the Covid-19 Pandemic*. 5(1), 82–92.