

**IMPLEMENTASI ALAT PRAKTIKUM KONSTANTA
PEGAS BERBASIS IoT DENGAN MODEL
PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA**

SKRIPSI



Diajukan oleh :

AHMAD SYARIF HIDAYATULOH

NIM 2008066016

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Syarif Hidayatulloh

NIM : 2008066016

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**IMPLEMENTASI ALAT PRAKTIKUM KONSTANTA
PEGAS BERBASIS IoT DENGAN MODEL
PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING*
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian / karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 15 April 2024



Ahmad Syarif Hidayatulloh



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jln Prof. Dr. Hamka Km 1, Semarang Telp. 02476433366 Semarang 50185
Email: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **IMPLEMENTASI ALAT PRAKTIKUM KONSTANTA PEGAS BERBASIS IoT DENGAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

Penulis : Ahmad Syarif Hidayatuloh

NIM : 2008066016

Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 08 Mei 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

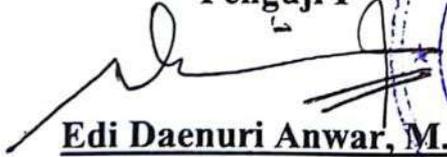
Sekretaris Sidang,

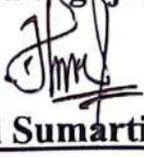

Dr. Andi Fadlan, S. Si., M. Sc
NIP. 198009152005011006


Agus Sudarmanto, M. Si
NIP. 197708232009121001

Penguji I

Penguji II


Edi Daenuri Anwar, M. Si
NIP. 197907262009121002


Heni Sumarti, M. Si
NIP. 198710112019032009

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Andi Fadlan, S. Si., M. Sc
NIP. 198009152005011006


Agus Sudarmanto, M. Si
NIP. 197708232009121001

NOTA DINAS

Semarang, 5 April 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo
Di Semarang

Assalamu 'alaikum wr.wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : IMPLEMENTASI ALAT PRAKTIKUM
KONSTANTA PEGAS BERBASIS IoT DENGAN
MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED
LEARNING UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Penulis : Ahmad Syarif Hidayatulloh

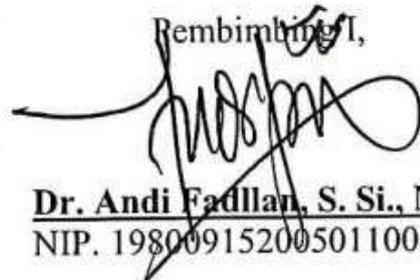
NIM : 2008066016

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

Rembimbung I,



Dr. Andi Fadlan, S. Si., M. Sc
NIP. 198009152005011006

NOTA DINAS

Semarang, 13 Maret 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo
Di Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : IMPLEMENTASI ALAT PRAKTIKUM
KONSTANTA PEGAS BERBASIS IoT DENGAN
MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED
LEARNING UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Penulis : Ahmad Syarif Hidayatuloh

NIM : 2008066016

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing II,



Agus Sudarmanto, M. Si
NIP. 197708232009121001

ABSTRAK

Pelaksanaan pembelajaran fisika di MAN 2 Karanganyar kurang bervariasi dan interaksi antara guru dan siswa minim. Hal ini mengakibatkan keaktifan siswa dalam pembelajaran tidak optimal, sehingga mempengaruhi rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa dan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa menggunakan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT yang dikombinasikan dengan model pembelajaran *problem based learning*. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi eksperiment* dengan *pretest-posttest control design*. Kelas XI IPA 3 sebagai kelas kontrol dan XI IPA 2 sebagai kelas eksperimen. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, tes berupa uraian, dan angket. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *independent sample t-test* dan uji *N-Gain*. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis antara kelompok yang menggunakan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dengan model pembelajaran *problem based learning* dan kelompok kontrol, seperti yang ditunjukkan oleh hasil uji *independent sample t-test* dengan sig sebesar $0,00 < 0,05$. Selain itu, nilai *N-Gain* untuk kelas eksperimen (0,63) juga menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol (0,13). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dengan model pembelajaran *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa MAN 2 Karanganyar.

Kata Kunci: hukum hooke, IoT, berpikir kritis, *problem based learning*

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor : 158/1987 dan Nomor : 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd:

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong:

au = او

ai = اي

iy = اي

KATA PENGANTAR

Ungkapan rasa syukur kepada Allah SWT atas karunia rahmat, nikmat, kesehatan dan anugrah waktu serta inspirasi yang tidak terduga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Implementasi Alat Praktikum Konstanta Pegas Berbasis IoT dengan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. Sholawat serta salam mengalir keharibaan Nabi Muhammad SAW sebagai tokoh revolusioner dunia yang telah membawa kita dari zaman jahiliyyah ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Menyusun dan menyelesaikan karya ini sebagai manusia yang memiliki keterbatasan kemampuan, tidak sedikit kendala dan hambatan yang telah dialami penulis, akan tetapi atas izin dan pertolongan Allah SWT, serta bantuan dari berbagai pihak kepada penulis, sehingga kendala dan hambatan tersebut dapat teratasi. Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Nizar Ali, M. Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

3. Dr. Joko Budi Poernomo, M. Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang.
4. Dr. Andi Fadllan, S. Si., M. Sc., dan Agus Sudarmanto, M. Si., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran yang senantiasa penuh kesabaran dalam memberikan arahan dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat selesai.
5. Edi Daenuri Anwar, M. Si., selaku dosen wali akademik yang telah membimbing dan mengarahkan dalam menjalani perkuliahan di UIN Walisongo Semarang.
6. Segenap Dosen Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu dan pengalaman dalam menjalani pendidikan serta segenap *staff* atau karyawan Fakultas Sains dan Teknologi.
7. Dr. Sumiran, S. Pd., M. Pd., selaku kepala MAN 2 Karanganyar yang telah memberikan izin peneliti melaksanakan penelitian di sekolah.
8. Subekti, S. Pd., M. Pd., selaku WAKA Kurikulum MAN 2 Karanganyar yang telah memberikan izin dan arahnya kepada peneliti sehingga dapat melaksanakan penelitian di sekolah.
9. Nur Hasanah, S. Pd., selaku guru pengampu mata pelajaran fisika MAN 2 Karanganyar yang telah memberikan izin,

bimbingan dan arahan dalam melaksanakan penelitian di sekolah.

10. Guru-guru yang telah memberikan ilmu, pengalaman dan motivasi dengan sabar dan ikhlas kepada peneliti dari taman kanak-kanak sampai sekolah menengah atas sehingga peneliti dapat melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi.
11. Kedua orang tua yaitu Bapak Ceceng Nur Arifin, Alm., dan Ibu Karti yang telah memberikan doa, semangat, tenaga, pikiran, motivasi dan dukungan secara finansial yang tiada hentinya sehingga skripsi ini dapat selesai.
12. Kakak tersayang yaitu Eka Khoiriyah, S. Pd., dan Nur Hafidhin, S. H., yang telah memberikan *support* serta doa sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
13. Siswa kelas XI IPA 2 dan XI IPA 3 MAN 2 Karanganyar tahun pelajaran 2023/2024 yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaga untuk berpartisipasi dalam penelitian ini.
14. Aisyah Faatin Nurosidin, Masykurotunnisa, S. Pd., Basit, Fatchul Hidayati yang telah menemani saya melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
15. Teman-teman Pondok Pesantren Fadhlul Fadhlan dan teman-teman Jurusan Pendidikan Fisika 2020 yang selalu mengingatkan saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

16. Teman-teman KKN Reguler 81 Posko 8 Desa Poncoruso dan PLP SMAN 13 Semarang yang telah memberikan dukungan dan doa dalam menyelesaikan penelitian ini.
17. Pihak-pihak yang tidak bisa peneliti sebut namanya satu persatu yang telah mendukung baik secara moral maupun material dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi pembaca dan penulis

Semarang, 18 Maret 2024

Penulis

Ahmad Syarif Hidayatulloh

NIM. 2008066016

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	vi
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teori	10
B. Kajian Pustaka	19
C. Kerangka Berpikir.....	22
D. Hipotesis	23
BAB III METODE PENELITIAN	25

A. Prosedur Penelitian	25
B. Jenis Penelitian	25
C. Tempat dan Waktu Penelitian	26
D. Subjek Penelitian dan Teknik Sampling	26
E. Metode Pengumpulan Data	28
F. Metode Analisis Data.....	29
BAB IV DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA	39
A. Deskripsi Data.....	39
B. Analisis Data.....	40
C. Pembahasan Hasil Penelitian	47
D. Keterbatasan Penelitian.....	57
BAB V PENUTUP	59
A. Simpulan.....	59
B. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN	70
Lampiran 1 Hasil Wawancara dengan Guru	71
Lampiran 2 Kisi-Kisi Soal	73
Lampiran 3 Kartu Soal.....	76
Lampiran 4 Soal Uji Coba	93
Lampiran 5 RPP Kelas Kontrol.....	97
Lampiran 6 RPP Kelas Eksperimen	101
Lampiran 7 Data Siswa Kelas Uji Coba Soal.....	105
Lampiran 8 Nilai Siswa Perbutir Soal.....	106

Lampiran 9 Hasil Uji Coba Soal	107
Lampiran 10 Data Siswa Kelas Eksperimen	108
Lampiran 11 Data Siswa Kelas Kontrol.....	109
Lampiran 12 Nilai Pre-test dan Post-test Kelas Kontrol dan Eksperimen.....	110
Lampiran 13 Soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	111
Lampiran 14 Lembar Jawab <i>Pre-test</i>	114
Lampiran 15 Lembar Jawab <i>Post-test</i>	118
Lampiran 16 Lembar Kerja Peserta Didik.....	122
Lampiran 17 Angket Peserta Didik.....	123
Lampiran 18 Tabel Validitas.....	125
Lampiran 19 Tabel Reliabilitas	127
Lampiran 20 Tabel Kesukaran.....	129
Lampiran 21 Daya Beda	130
Lampiran 22 Rekap.....	131
Lampiran 23 Rekap Angket Respon Siswa	132
Lampiran 24 Analisis Data Menggunakan SPSS	133
Lampiran 25 Dokumentasi Saat Penelitian	135
Lampiran 26 Surat Keterangan Telah Melakukan Riset..	140
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	141

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Sesuai Taksonomi Bloom	16
Tabel 3.1 Perencanaan Penelitian	27
Tabel 3.2 Kategori Validitas	30
Tabel 3.3 Klasifikasi Reliabilitas	31
Tabel 3.4 Kriteria Tingkat Kesukaran	32
Tabel 3.5 Kriteria Daya Pembeda	33
Tabel 3.6 Skala Penilaian Angket Respons	35
Tabel 3.7 Kriteria Angket Siswa	36
Tabel 4.1 Hasil Analisis Validasi Soal	40
Tabel 4.2 Hasil Uji Reliabilitas	41
Tabel 4.3 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Soal	41
Tabel 4.4 Hasil Analisis Daya Beda Soal	42
Tabel 4.5 Hasil Normalitas Data	43
Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas	44
Tabel 4.7 Hasil Uji Hipotesis	45
Tabel 4.8 Hasil Uji <i>N-Gain</i>	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain Alat Praktikum Pegas Berbasis IoT	14
Gambar 2.2 Arah Pergerakan Gaya Pegas	19
Gambar 2.3 Kerangka Berpikir	24
Gambar 4. 1 Siswa Mengerjakan Soal <i>Pre-test</i>	50
Gambar 4. 2 Siswa Mengerjakan Soal <i>Pre-test</i>	50
Gambar 4. 3 Kegiatan Praktikum Kelas Eksperimen	51
Gambar 4. 4 Kegiatan Pembelajaran Kelas Kontrol	52
Gambar 4. 5 Siswa Mengerjakan Soal <i>Post-test</i>	52
Gambar 4. 6 Siswa Mengerjakan Soal <i>Post-test</i>	53
Gambar 4. 7 Diagram Batang Nilai Rata-rata	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara dengan Guru	71
Lampiran 2 Kisi-Kisi Soal	73
Lampiran 3 Kartu Soal.....	76
Lampiran 4 Soal Uji Coba	93
Lampiran 5 RPP Kelas Kontrol.....	97
Lampiran 6 RPP Kelas Eksperimen	101
Lampiran 7 Data Siswa Kelas Uji Coba Soal.....	105
Lampiran 8 Nilai Siswa Perbutir Soal.....	106
Lampiran 9 Hasil Uji Coba Soal	107
Lampiran 10 Data Siswa Kelas Eksperimen	108
Lampiran 11 Data Siswa Kelas Kontrol.....	109
Lampiran 12 Nilai Pre-test dan Post-test Kelas Kontrol dan Eksperimen	110
Lampiran 13 Soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	111
Lampiran 14 Lembar Jawab <i>Pre-test</i>	114
Lampiran 15 Lembar Jawab <i>Post-test</i>	118
Lampiran 16 Lembar Kerja Peserta Didik	122
Lampiran 17 Angket Peserta Didik.....	123
Lampiran 18 Tabel Validitas.....	125
Lampiran 19 Tabel Reliabilitas.....	127
Lampiran 20 Tabel Kesukaran	129
Lampiran 21 Daya Beda	130

Lampiran 22 Rekap.....	131
Lampiran 23 Rekap Angket Respon Siswa.....	132
Lampiran 24 Analisis Data Menggunakan SPSS	133
Lampiran 25 Dokumentasi Saat Penelitian	135
Lampiran 26 Surat Keterangan Telah Melakukan Riset.....	140

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan adalah kegiatan yang dilakukan secara individu maupun berkelompok yang bertujuan untuk menambah pengetahuan guna meningkatkan kualitas SDM (Rosyad, 2019). SDM yang unggul memiliki tiga kualitas, yaitu kreatif, berpikiran kritis, dan mampu bekerja sama (Rasyidah et al., 2018). Banyak ilmuwan yang sudah meningkatkan pemahaman siswa tentang sains dan penelitian ilmiah melalui reformasi pendidikan sains (Takda et al., 2022) salah satunya dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dalam kegiatan pembelajaran.

Dunia berkembang dengan cepat dan dinamis, beberapa pakar mengatakan bahwa menguasai berbagai keterampilan abad ke-21 sangat penting untuk sukses (Septikasari & Frasandy, 2018). Untuk mencapai hal ini, guru memerlukan media pembelajaran yang tepat. Media pembelajaran ini harus memungkinkan siswa memperoleh keterampilan modern, seperti berkomunikasi, bekerja sama, berpikir kritis, menyelesaikan masalah, dan inovatif (Eva et al., 2020).

Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis sangat penting bagi siswa.

Penggunaan alat praktikum sebagai media pembelajaran, siswa dapat memperoleh pengalaman hidup yang tidak dapat diperoleh dari pendekatan pembelajaran konvensional (Pitriana et al., 2018) . Melalui alat praktikum, siswa memiliki kesempatan untuk mengamati, mengukur, dan mengaplikasikan konsep-konsep teoretis dalam situasi praktis (Mulia & Murni, 2022). Siswa tidak hanya memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang materi pelajaran, tetapi juga memperoleh keterampilan praktis (Fourniyati, 2023). Siswa dapat memperoleh keterampilan yang sesuai dengan perkembangan zaman dengan alat praktikum yang membantu mereka berpikir kritis, memecahkan masalah, dan bekerja sama (Blyznyuk, 2018).

Kemajuan teknologi dalam dunia pendidikan juga dapat dilihat dari kematangan fasilitas komunikasi yang ada seperti alat praktikum berbasis *Internet of Things* (IoT) (Kuncahyono et al., 2020). Namun, karena biaya peralatan pendukung pengajaran yang relatif mahal menyebabkan hasil belajar siswa terutama pada saat melakukan praktikum cenderung rendah (Patmawati,

2011). Salah satu cara yang efektif untuk mengatasi kekurangan ini adalah dengan mengoptimalkan penggunaan peralatan yang ada dan mengubahnya agar sesuai dengan kebutuhan (Munzirin et al., 2020). Kemajuan ilmu pengetahuan seiring dengan perkembangan teknologi ini telah menjadi bagian penting dari kehidupan dan memberikan dampak yang signifikan terhadap kegiatan pembelajaran dengan memudahkan siswa mempelajari fenomena dan fakta alam serta menerapkan pengetahuan yang diperolehnya dalam proses pembelajaran (Suryana et al., 2022).

Interaksi antara guru dan siswa merupakan dasar dari proses pembelajaran, yang merupakan dasar dari semua pendidikan (Shofiyah, 2018). Proses ini melibatkan serangkaian langkah yang dirancang untuk mencapai tujuan pembelajaran (Sanjani, 2021). Langkah pertama adalah penyajian materi pembelajaran, dimana guru menyampaikan informasi dasar kepada siswa. Proses pembelajaran tentunya juga melibatkan pemahaman konsep, dimana siswa diberi kesempatan untuk mendalaminya melalui diskusi, pertanyaan, dan interaksi dengan materi yang disajikan (Hadi, 2022).

Hasil wawancara yang dilakukan pada guru fisika di MAN 2 Karanganyar menunjukkan bahwa laboratorium fisika, kimia, dan biologi masih digabungkan menjadi satu ruangan. Peralatan yang ada di laboratorium juga belum lengkap dan memadai, termasuk alat praktikum untuk konstanta pegas, juga belum tersedia. Siswa mengatakan bahwa mereka jarang melakukan praktikum karena pelajaran fisika sulit dipahami. Penggunaan metode ceramah yang mendominasi pembelajaran juga seringkali membuat siswa bosan dengan pelajaran fisika. Hal ini menyebabkan siswa tidak termotivasi dan tidak tertarik untuk belajar fisika di kelas. Selain itu, dilihat dari nilai ulangan fisika harian pada materi Hukum Hooke, nilai rata-rata kelas masih di bawah KKM, yaitu 62, sementara KKM adalah 70. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih rendah. Model pembelajaran yang tidak sesuai dengan penerapan soal HOTS juga dapat menjadi penyebab keterampilan berpikir kritis rendah siswa. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan keterampilan berpikir kritis melalui penerapan model pembelajaran *problem based learning*. (Wawancara, 11 Juli 2023).

Model pembelajaran *Problem Based Learning*, siswa dihadapkan pada masalah nyata. Masalah yang dihadapkan kepada siswa sebelum pembelajaran dapat mendorong mereka untuk meneliti, memahami, dan menemukan solusi (Ardianti et al., 2021). Studi oleh Yulianti & Gunawan (2019) menemukan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) dianggap efektif karena meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa. Ada keyakinan bahwa model pembelajaran PBL dapat menguntungkan perkembangan kognitif serta keterampilan interpersonal dan profesional (Anam, 2022). Memberikan kesempatan bagi siswa untuk menghadapi tantangan nyata, PBL mempersiapkan siswa untuk menghadapi kompleksitas dunia kerja kontemporer dengan menyediakan lingkungan pembelajaran yang menantang (Wardani, 2023). Oleh karena itu, integrasi PBL dalam pendekatan pembelajaran menjadi suatu strategi yang penting dalam menyiapkan siswa untuk menjadi pemecah masalah yang kreatif dan berpikir kritis (Arifin & Setiawan, 2020).

Kombinasi antara alat praktikum berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan model pembelajaran PBL menciptakan suatu paradigma pembelajaran yang

menggabungkan keunggulan teknologi dan pendekatan pembelajaran berpusat pada masalah (Doringin et al., 2020). Alat praktikum berbasis IoT memberikan pengalaman baru pada pembelajaran praktis dengan memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* dan keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah yang lebih kontekstual (Zubaidah, 2019). Sebagai contoh, siswa dapat menggunakan alat praktikum IoT untuk mengukur dan menganalisis data sensor yang diperoleh langsung dari lingkungan, membuka peluang untuk eksplorasi konsep-konsep teoretis dalam skenario dunia nyata (Kurdi, 2021). Sementara itu, model pembelajaran PBL menempatkan siswa sebagai agen aktif dalam menyelesaikan masalah atau tugas tertentu (Marzuki, 2023). Integrasi ini memungkinkan pengalaman praktis yang diperoleh melalui alat praktikum berbasis IoT menjadi pemicu untuk merumuskan pertanyaan, mencari solusi, dan berkolaborasi dalam tim (Fourniyati, 2023). Siswa tidak hanya memperoleh pemahaman tentang ide-ide akademis, tetapi mereka juga memperoleh keterampilan analisis, kerja tim, dan komunikasi, yang keduanya sangat penting untuk kehidupan di abad ke-21 (Redhana, 2019).

Berdasarkan masalah tersebut maka diperlukan kajian khusus agar dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan melakukan implementasi alat praktikum berbasis IoT menggunakan model pembelajaran PBL.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut timbul rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana respon siswa MAN 2 Karanganyar terhadap implementasi alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT pada materi Hukum Hooke?
2. Apakah implementasi alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT pada materi Hukum Hooke dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan tersebut, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui respon siswa MAN 2 Karanganyar terhadap implementasi alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT pada materi Hukum Hooke.

2. Untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa menggunakan implementasi alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT pada materi Hukum Hooke.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat secara praktis, sebagai berikut:

1. Bagi siswa, penggunaan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT membantu siswa kelas XI memahami konsep fisika materi Hukum Hooke dengan cara yang lebih mudah dan menyenangkan.
2. Bagi guru, penggunaan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dalam pembelajaran fisika membantu guru memberikan siswa pemahaman yang komprehensif.
3. Bagi sekolah, hasil penelitian ini akan membantu meningkatkan kualitas pendidikan dan memandu proses belajar mengajar guru.
4. Bagi peneliti, peneliti mampu merancang dan menggunakan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT untuk pembelajaran fisika di kelas XI, selain itu, peneliti dapat memperoleh pengetahuan

dan wawasan lebih lanjut tentang inovasi lebih lanjut dalam media pendidikan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Alat praktikum berbasis *internet of things* dalam pembelajaran fisika

Internet of things adalah sebuah teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat berinteraksi satu sama lain dan berbagi data dengan media internet (Artono & Putra, 2019). *Internet of Things* dapat dikembangkan untuk kebutuhan spesifik melalui media perangkat elektronik ternama seperti Arduino. *Internet of Things* juga dapat dikembangkan sebagai aplikasi yang terintegrasi dengan sistem operasi Android.

Pembelajaran fisika menggunakan alat praktikum berbasis *Internet of Things* (IoT) dapat membantu siswa lebih memahami konsep fisika (Al Hakim & Ramadhani, 2023). Alat praktikum berbasis *Internet of Things* sangat penting untuk lembaga pendidikan, tetapi beberapa sekolah tidak memiliki alat praktikum berbasis IoT yang lengkap untuk mengajarkan materi tertentu. Penerapan IoT

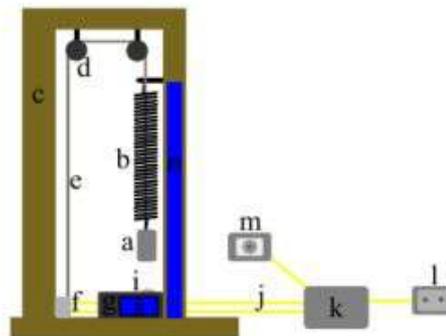
dalam pembelajaran diharapkan dapat memudahkan proses pembelajaran bagi siswa dan guru.

Media pembelajaran adalah teknologi, alat, atau materi yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman siswa, meningkatkan pemahaman mereka, dan mengoptimalkan pengalaman belajar mereka (Widayanti & Yuberti, 2018). Media pembelajaran dapat berupa media fisik, media digital, atau kombinasi keduanya. Media pembelajaran dapat menyampaikan pesan dan informasi yang mengandung tujuan dan tujuan pengalaman belajar (Arsyad, 2015). Media pembelajaran sangat penting bagi siswa untuk mendapatkan pemahaman, keahlian, dan kemampuan baru. Guru harus mampu menggunakan media pembelajaran modern maupun media pembelajaran klasik. Hasil beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa media yang digunakan saat pembelajaran langsung di kelas juga bermanfaat (Fitriyah et al., 2018). Salah satunya dengan menggunakan media pembelajaran berbasis *internet of things*. Desain alat praktikum pegas berbasis IoT yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Alat praktikum yang akan diimplementasikan seperti Gambar 2.1 yaitu:

- a. Beban massa bercelah dan berkait. Beban yang berguna untuk membuat pegas bertambah panjang, sehingga didapatkan data penambahan panjang pada pegas.
- b. Pegas yang merupakan alat utama agar bisa memunculkan data penambahan panjang dan data konstanta pegas yang nantinya dianalisis menggunakan perumusan Hukum Hooke.
- c. Batang statis sebagai penopang keseluruhan alat. Batang statis yang digunakan terbuat dari kayu.
- d. Katrol yang digunakan untuk membantu mengerek/menarik tali yang terikat pada beban massa.
- e. Tali/benang yang digunakan pada alat ini merupakan benang kasur. Benang kasur mampu menahan variasi maksimal beban massa yang ada pada alat yaitu 100 gram.
- f. Motor Stepper digunakan sebagai penarik dari beban massa yang dipakai.

- g. Kotak alat berisikan beberapa barang utama untuk alat yaitu NodeMCU, kabel rangkaian dan lainnya.
- h. LCD I2C digunakan untuk menampilkan hasil kerja alat, sehingga dapat digunakan untuk melakukan analisis hasil praktikum.
- i. Sensor Ultrasonik digunakan untuk mengukur pertambahan panjang yang terjadi pada pegas.
- j. Beberapa rangkaian kabel yang berada diluar kotak alat.
- k. *Relay* digunakan untuk memutus aliran listrik pada rangkaian.
- l. Sumber listrik yang berguna untuk menghidupkan alat, sehingga bisa berjalan dengan baik.
- m. Kamera digunakan untuk memonitor kerja dari alat, berjalan dengan baik atau tidak.
- n. Penggaris kain sebagai pembanding sensor ultrasonik.



Gambar 2.1 Desain Alat Praktikum Pegas Berbasis IoT

2. Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Fisika

Berpikir kritis berarti memeriksa keadaan dan kemudian membuat kesimpulan berdasarkan bukti dan fakta (Oktariani & Ekadiansyah, 2020). Selain itu, berpikir kritis adalah kemampuan untuk membuat dan menjelaskan argumen dari data yang dikombinasikan dengan keputusan dan ide yang kompleks. Pemikir kritis akan dapat menganalisis informasi dan data dengan cara yang sistematis, logis, dan metodis (Rahmi et al., 2021). Berpikir kritis merupakan proses, karena keterampilan berpikir kritis di kelas fisika dapat mengubah siswa menjadi pemecah masalah (Fisika, 2017). Pembiasaan berpikir kritis di sekolah dapat

dipelajari dengan mengutamakan pemecahan masalah khususnya dalam dengan belajar fisika.

Ayat-ayat dalam Al-Qur'an yang mendorong orang untuk berpikir kritis terdapat dalam QS. Ar-Rad ayat 19

أَفَمَنْ يَعْلَمُ أَنَّمَا أُنزِلَ إِلَيْكَ مِنْ رَبِّكَ الْحَقُّ كَمَنْ هُوَ أَعْمَىٰ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ
أُولُو الْأَلْبَابِ

Artinya : "Apakah orang yang mengetahui bahwa apa yang diturunkan kepadamu (Nabi Muhammad) dari Tuhanmu adalah kebenaran sama dengan orang yang buta? Hanya orang yang berakal sehat sajalah yang dapat mengambil pelajaran" (QS. Ar-Rad:19).

Dalam Tafsir Ibnu Katsir, ayat ini dijelaskan sebagai berikut: Apakah orang yang buta sama dengan orang yang tahu bahwa Anda menerima apa yang diberikan Tuhan kepada Anda? Pelajaran hanya dapat diambil oleh orang-orang yang berakal. Allah ﷻ bersabda bahwa setiap orang memiliki kepercayaan yang berbeda. (Ar-Ra'd:19) Hai Muhammad, dari Tuhanmu. (Ar-Ra'd:19) Ini adalah perkara yang benar, tanpa keraguan, kebingungan, atau konflik. Semuanya benar, sebagian

membenarkan sebagian yang lain, dan tidak ada satu pun yang bertentangan dengan yang lain.

Dalam taksonomi Bloom, indikator keterampilan berpikir kritis termasuk memecah informasi menjadi bagian yang lebih kecil, menemukan hubungan antar bagian, menilai relevansi informasi, mengidentifikasi kelemahan atau kekuatan argumen, dan menggabungkan berbagai informasi untuk membuat kesimpulan yang mendalam dan bermakna (Susilowati & Sumaji, 2020) seperti yang tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Sesuai Taksonomi Bloom

Taksonomi Bloom	Level Keterampilan Berpikir Kritis
Analisis	Memecah informasi menjadi bagian-bagian kecil
Sintesis	Menggabungkan unsur-unsur untuk membuat keseluruhan baru
Evaluasi	Mengevaluasi argumen atau konsep
Kreasi	Menciptakan sesuatu yang baru

3. Model Pembelajaran *Problem Based Learning* untuk Pembelajaran Fisika

Tujuan *problem based learning* adalah untuk meningkatkan pengetahuan siswa, keterampilan penelitian dan penelitian, kemandirian, dan rasa percaya diri percaya diri (Rahmi et al., 2021).

Hasil belajar fisik siswa dipengaruhi oleh Model *Problem Based Learning* (PBL) karena dapat meningkatkan hasil belajar mereka (Djonomiarjo, 2018). Pengetahuan yang baru diperoleh tersedia dalam bentuk konsep yang jelas dan benar dalam modul. Pengalaman, pengetahuan, dan konseptualisasi yang terjalin pada siswa merupakan hasil pemecahan masalah yang dihadapinya, tentunya di bawah bimbingan guru. Langkah atau sintaks model pembelajaran *Problem Based Learning* terdiri dari :

- a. Fase 1 : Orientasi siswa kepada masalah.
- b. Fase 2 : Mengorganisasikan siswa.
- c. Fase 3 : Membimbing penyelidikan individu dan kelompok.
- d. Fase 4 : Mengembangkan dan menyajikan hasil karya.

- e. Fase 5 : Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

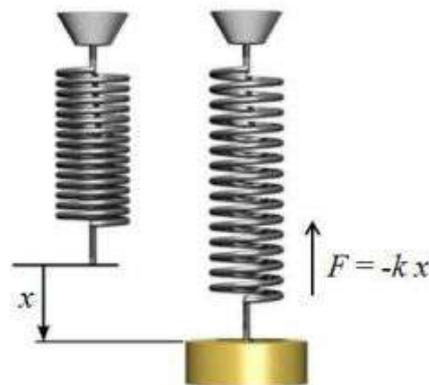
4. Hukum Hooke

Hukum Hooke adalah hukum fisika yang menjelaskan gaya yang dihasilkan oleh sifat elastis pegas. Ilmuwan yang menemukan Hukum Hooke (Robert Hooke) membagi benda-benda dalam dua kategori yang plastis dan yang elastis. Benda plastis berubah bentuk saat mengalami gaya dan tidak dapat kembali ke bentuknya saat gaya tersebut dihilangkan. Di sisi lain, benda elastis berubah bentuk saat mengalami gaya dan dapat kembali ke bentuknya saat gaya tersebut dihilangkan seperti busur, karet gelang, ketapel, dan sebagainya (Giancolli, 2014).

Robert Hooke melakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana perubahan gaya pada benda elastis berhubungan dengan gaya yang diberikan padanya. Robert dalam penelitiannya menemukan hukum yang menghubungkan perpanjangan pegas dan gaya pegas, yang sekarang dikenal sebagai Hukum Hooke. Gaya pegas sebanding dengan perpanjangan pegas dari posisi awalnya. Itu dapat diungkapkan dengan Persamaan 2.1

$$\vec{F} = -k\vec{x} \quad (2.1)$$

dimana k didefinisikan sebagai konstanta pegas (N/m). Maksud dari tanda minus atau negatif mengartikan bahwa arah gaya pemulih yang selalu bertolak belakang dengan arah perubahan panjang pegas. Ketika pegas diberi beban maka menuju ke bawah melewati posisi awal gaya pemulih pegas akan memiliki arah yang bertolak belakang yaitu ke atas seperti Gambar 2.2



Gambar 2.2 Arah Pergerakan Gaya Pegas

B. Kajian Pustaka

Kajian pustaka dari penelitian ini terdiri dari:

1. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ningrum (2022), model pembelajaran kelas eksperimen yang menggunakan simulasi phet menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Ini menunjukkan bahwa model pembelajaran

berputar dengan simulasi phet dapat meningkatkan hasil belajar. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas eksperimen lebih baik setelah tes daripada kelas kontrol. Nilai posttest untuk kelas eksperimen rata-rata 88,23, sedangkan kelas kontrol rata-rata 82,69.

2. Artikel yang dibuat oleh Noor, dkk (2020) menyatakan bahwa alat tersebut dapat membantu dalam proses pembelajaran fisika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa set alat gerak harmonik pegas-massa digital dapat bekerja dengan baik dan dapat mengukur jumlah getaran, waktu getaran, dan periode getaran. Set alat gerak harmonik pegas-massa ini juga dapat membantu proses pembelajaran fisika karena dapat digunakan dengan mudah.
3. Artikel yang dibuat oleh Yulianti & Gunawan (2019) menyatakan bahwa model *Problem Based Learning (PBL)* dianggap efektif karena meningkatkan pemahaman konsep siswa dan kemampuan berpikir kritis mereka. Temuan menunjukkan bahwa kemampuan untuk memahami ide dan berpikir kritis telah ditingkatkan.

4. Artikel yang dibuat oleh Dakabesi & Luoise (2019) menyatakan bahwa model *Problem Based Learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, hal ini ditunjukkan dari hasil penelitian yang menghasilkan peningkatan data pada kelas eksperimen.
5. Artikel yang dibuat oleh Baunsele, dkk (2020) menyatakan bahwa kegiatan praktikum sederhana dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman siswa.
6. Penelitian oleh Basit (2023) menyatakan bahwa Siswa dapat dengan baik mendapatkan pengalaman belajar dengan model pembelajaran langsung ataupun berbasis teknologi, sehingga *Blended Learning* dianggap cukup efektif dengan dapat meminimalisir kekurangan yang ada pada masing-masing model pembelajaran.

Perbedaan antara penelitian yang telah dilakukan sejauh ini dan penelitian sebelumnya adalah pengimplementasian alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dengan menggunakan model pembelajaran PBL untuk meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa.

C. Kerangka Berpikir

Kehidupan manusia sangat dipengaruhi oleh perkembangan teknologi yang terus-menerus. Teknologi yang dapat dikembangkan dalam bidang pendidikan juga dapat menyelesaikan masalah sumber belajar siswa. Berbagai sumber belajar saat ini termasuk buku teks dan LKS, antara lain. Saat ini, banyak siswa yang memanfaatkan perangkat elektronik canggih seperti *smartphone*.

Mata pelajaran fisika memiliki sumber pembelajaran yang efektif melalui media pembelajaran langsung. Salah satu manfaat praktikum bagi siswa adalah mereka dapat melihat dan menganalisis fenomena yang terjadi secara langsung, terutama yang berkaitan dengan Hukum Hooke.

Model pembelajaran *Problem Based Learning* mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis. Siswa dihadapkan pada masalah nyata dalam proses pembelajaran berbasis masalah, yang memerlukan pemecahan kreatif dan analisis menyeluruh. Membantu melatih kemampuan berpikir kritis mereka, mengajarkan mereka untuk mempertanyakan informasi,

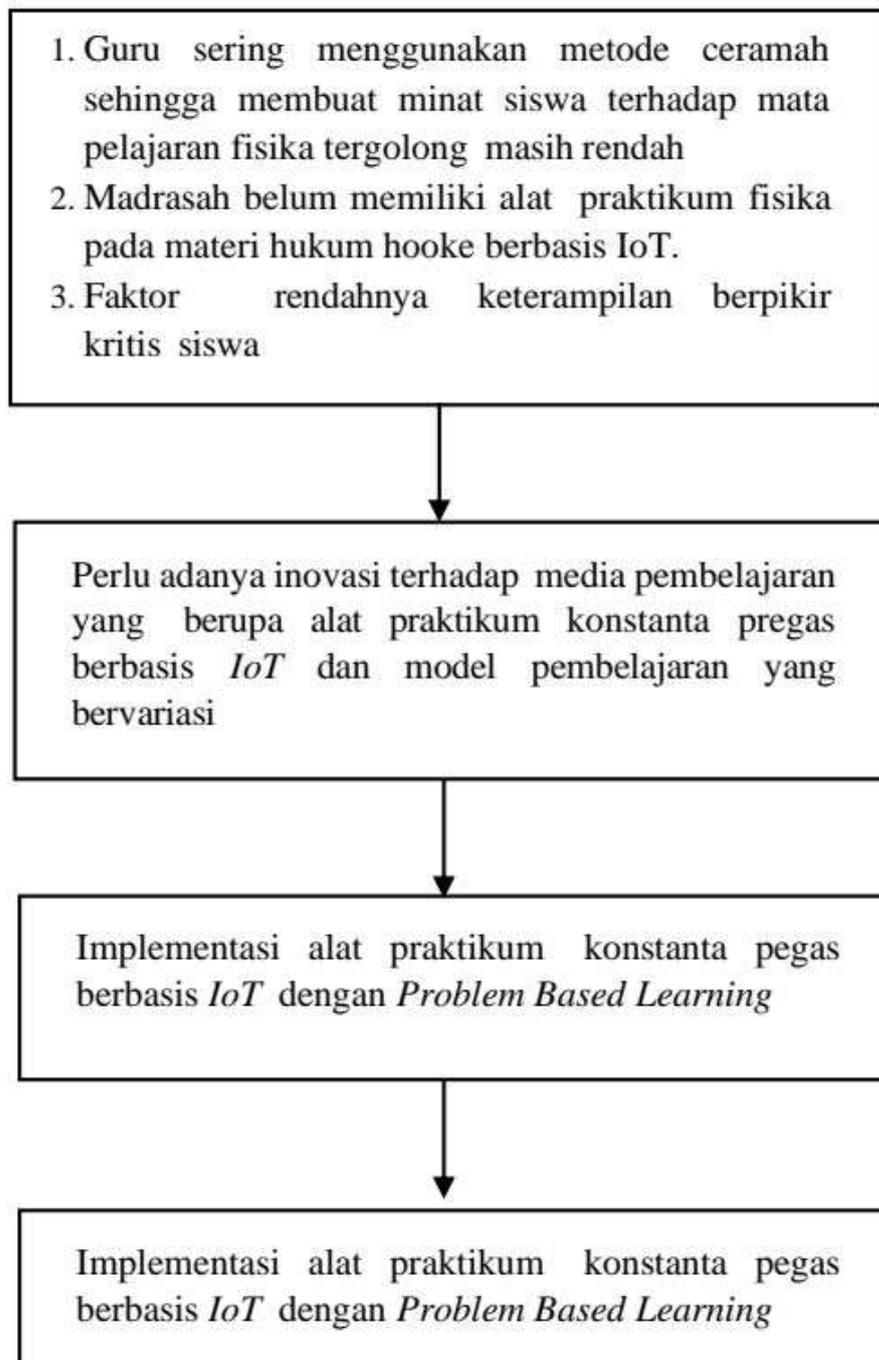
dan mendorong mereka untuk mencari solusi yang bermakna. Diharapkan bahwa kolaborasi PBL dengan alat praktikum konstanta pegas berbasis Internet of Things (IoT) dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kritis tentang materi hukum Hooke. Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat diambil kerangka berpikir seperti pada Gambar 2.3.

D. Hipotesis

Pembelajaran dengan menggunakan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Hipotesis penelitian:

- H_0 : Implementasi alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT tidak dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
- H_a : Implementasi alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.



Gambar 2.3 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metodologi kuantitatif Sugiyono (2010). Metode ini bertujuan untuk mempelajari populasi atau sampel tertentu, berdasarkan filosofi *positivis*. Secara umum, pengambilan sampel dilakukan secara acak. Data dikumpulkan dengan alat survei dan dianalisis secara kuantitatif dan statistik untuk menguji hipotesis yang telah dibuat.

Proses penelitian kuantitatif dimulai dengan teori, hipotesis, dan desain penelitian; kemudian datang pemilihan lokasi, topik, dan responden, pengumpulan data, dan pengambilan kesimpulan.

B. Jenis Penelitian

Karena menghasilkan data dalam bentuk angka yang harus dianalisis secara statistik, jenis penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian kuantitatif (Sugiyono, 2010). Dalam penelitian ini, metode eksperimen digunakan untuk memeriksa gejala atau peristiwa untuk menentukan sumber dan dampak dari gejala. Dalam penelitian ini, ada dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok

kontrol. Desain penelitian adalah *pretest-posttest control design*. Kelompok eksperimen menerima *treatment*, sedangkan kelompok kontrol tidak. Kelompok eksperimen menggunakan alat praktikum konstanta pegas berbasis *Internet of Things*, sedangkan kelompok kontrol menggunakan model pembelajaran berbasis masalah.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di MAN 2 Karanganyar yang berlokasi di Tuban, Gondangrejo, Kabupaten Karanganyar. Penelitian ini dilakukan selama semester genap tahun akademik 2023/2024 pada bulan Januari. Tindakan tersebut dilakukan sesuai dengan jadwal pelajaran fisika kelas XI.

D. Subjek Penelitian dan Teknik Sampling

Populasi dapat didefinisikan sebagai kumpulan individu yang memenuhi kriteria tertentu dan individu yang tidak memenuhi kriteria tersebut. Populasi dari penelitian ini adalah siswa kelas XI semester ganjil. Baik jumlah populasi maupun karakteristiknya termasuk dalam sampel (Sugiyono, 2010). Teknik pengambilan sampel digunakan sebagai sumber data, dan jumlah sampel yang diambil mempertimbangkan tujuan penelitian (Sugiyono, 2010).

Berdasarkan kemampuan kelas yang sama antara XI IPA 2 dan XI IPA 3, dilihat dari rata-rata nilai ulangan harian fisika maka digunakannya teknik *purposive sampling*. Dalam penelitian, teknik pengambilan sampel purposive digunakan untuk dengan sengaja memilih kelompok tertentu yang dianggap memiliki informasi yang relevan untuk tujuan penelitian. Kelas XI IPA 2 digunakan sebagai kelas eksperimen dan kelas XI IPA 3 digunakan sebagai kelas kontrol dalam penelitian ini. Guru fisika tahu bahwa semua kelas memiliki kemampuan yang sama. Oleh karena itu, mereka membuat keputusan untuk menggunakan kelas eksperimen dan kontrol ini.

Tabel 3.1 Perencanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan			
		Nov	Des	Jan	Feb
1.	Tahap revisi proposal	■			
2.	Tahap validasi instrument	■	■		
3.	Tahap penelitian				
	a. Pengumpulan data			■	
	b. Analisis data			■	
4.	Tahap penyusunan laporan				■

E. Metode Pengumpulan Data

Data adalah informasi yang dapat digunakan untuk menganalisis dan dipetakan ke rencana tertentu. Untuk mendapatkan data yang diperlukan, proses pengumpulan data harus dilakukan secara teratur dan baku. Salah satu langkah terpenting dalam penelitian ini adalah metode pengumpulan data (Sugiyono, 2010). Penelitian memainkan peran penting dalam teknologi ini karena melibatkan pengambilan objek untuk tujuan penelitian. Berbagai metode digunakan untuk mengumpulkan data, diantaranya:

1. Wawancara

Sebelum penelitian, guru fisika dan beberapa siswa MAN 2 Karanganyar diwawancarai tentang pelajaran fisik, model pembelajaran, dan pemahaman siswa tentang pelajaran.

2. Angket

Metode ini terdiri dari serangkaian pertanyaan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang pendapat, sikap, atau pengetahuan responden setelah perlakuan terhadap objek penelitian.

3. Teknik Tes

Pre-test dan *post-test* digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan penelitian pada kelas eksperimen. Sebelum perlakuan (*treatment*),

Pengukuran dilakukan sebelum dan setelah perlakuan untuk menentukan keberhasilan penelitian pada kelas eksperimen. Tujuan dari pengukuran pertama adalah untuk mengukur kecerdasan awal siswa dalam mempelajari Hukum Hooke. Setelah mengumpulkan hasil, siswa diberi perlakuan berupa materi Hukum Hooke melalui model *Problem Based Learning*. Pada akhir pembelajaran, pengukuran berikutnya dilakukan untuk mengetahui apakah kemampuan berpikir kritis siswa meningkat.

F. Metode Analisis Data

Menarik kesimpulan dari penelitian dilakukan melalui analisis data. Untuk proses pengujian hipotesis, perhitungan dilakukan untuk setiap variabel yang diteliti, dan setiap peserta menggunakan variabel untuk mengklasifikasikan data mereka (Arikunto, 2012). Metode berikut digunakan untuk menganalisis kualitas produk:

1. Analisis Instrumen

Instrumen ini merupakan alat untuk mengukur pengaruh penggunaan media pembelajaran, dalam hal ini sebagai alat latihan konstanta pegas. Untuk menguji kelayakan peralatan, dilakukan beberapa pengujian sebagai berikut:

a. Validitas

Validitas adalah tingkat ketepatan antara data yang diperoleh tentang subjek penelitian dan informasi yang diberikan oleh peneliti (Sugiyono, 2010). Penentuan kelayakan media dapat menggunakan kriteria yang tertera pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kategori Validitas

Persentase	Kategori
$80\% \leq x \leq 100\%$	Sangat Layak
$60\% \leq x < 80\%$	Layak
$40\% \leq x < 60\%$	Kurang Layak
$20\% \leq x < 40\%$	Tidak Layak
$0\% \leq x < 20\%$	Sangat Tidak Layak

(Sugiyono, 2010)

b. Reliabilitas

Menurut (Sugiyono, 2019), reliabilitas adalah cara yang bermanfaat untuk mengukur item tes yang menunjukkan variabel. Apabila jawaban seseorang terhadap suatu pertanyaan konsisten atau sama dari waktu ke waktu, item tes dikategorikan sebagai reliabel. Kriteria dalam pengujian reliabilitas yaitu setelah didapatkan nilai r_i , lalu dibandingkan dengan r_{tabel} dengan taraf kesalahan 5%. Jika $r_i > r_{tabel}$ maka tergolong reliabel.

Pengujian reliabilitas instrumen dapat dilakukan dengan teknik yang sesuai dengan Persamaan 3.1

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left(\frac{s^2 - \sum pq}{s^2} \right) \quad (3.1)$$

Keterangan :

r_i = koefisien reliabilitas tes keseluruhan

K = jumlah item dalam instrumen

s^2 = varians total

P = proporsi subjek yang menjawab item soal dengan benar

Q = proporsi subjek yang menjawab item soal dengan salah

Klasifikasi reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Klasifikasi Reliabilitas

Interval	Kriteria
$r_i < 0,2$	Sangat Rendah
$0,2 \leq r_i < 0,4$	Rendah
$0,4 \leq r_i < 0,7$	Sedang
$0,7 \leq r_i < 0,9$	Tinggi
$0,9 \leq r_i < 1,0$	Sangat Tinggi

(Supriadi, 2015)

c. Taraf Kesukaran

Taraf kesukaran butir soal dapat dihitung dengan Persamaan 3.2

$$P = \frac{B}{JS} \quad (3.2)$$

Keterangan :

P = taraf kesukaran

B = banyak responden yang menjawab benar

JS = jumlah seluruh peserta tes

Tingkat kesukaran soal dapat menggunakan kriteria sesuai Tabel 3.4

Tabel 3.4 Kriteria Tingkat Kesukaran

Interval P	Kategori
$0,00 \leq P < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq P < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq P < 1,00$	Mudah

(Sugiyono, 2016)

d. Daya Beda

Daya pembeda pada butir soal dihitung menggunakan Persamaan 3.3

$$D = PA - PB \quad (3.3)$$

dengan

$$PA = \frac{BA}{JS} \text{ dan } PB = \frac{BB}{JS} \quad (3.4)$$

Keterangan:

D = daya pembeda

PA = persentase siswa kelompok atas yang menjawab benar

PB = persentase siswa dari kelompok
atas yang menjawab salah

Tingkat daya pembeda soal dapat ditentukan
menggunakan kriteria sesuai dengan Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kriteria Daya Pembeda

Indeks Daya Pembeda	Kriteria
$0,00 \leq D < 0,20$	Buruk
$0,20 \leq D < 0,40$	Cukup
$0,40 \leq D < 0,70$	Baik
$0,70 \leq D \leq 1,00$	Sangat Baik

(Arikunto, 2012)

2. Analisis Tahap Awal

a. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menentukan apakah varian kelas kedua dari penelitian sama atau tidak. Setelah itu, uji homogenitas dilakukan untuk menentukan statistik yang akan digunakan oleh penguji hipotesis. Uji ini dilakukan dengan cara berikut:

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ artinya kedua kelompok mempunyai varians yang sama (homogen).

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ artinya kedua kelompok mempunyai varians yang berbeda (tidak homogen). Uji

homogenitas dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.5.

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}} \quad (3.5)$$

Dengan rumus varians untuk populasi dengan menggunakan Persamaan 3.6.

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (3.6)$$

kedua kelompok mempunyai varians yang sama apabila menggunakan $\alpha = 5\%$ menghasilkan Persamaan 3.7

$$F < F_{\left(\frac{1}{2}\alpha\right)(v_1, v_2)} \quad (3.7)$$

dengan:

$v_1 = n_1 - 1$ (dk pembilang) varians terbesar

$v_2 = n_2 - 1$ (dk penyebut) varians terkecil

b. Uji Normalitas

Tahap akhir uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh dari nilai *pre-test* dan *post-test* terdistribusi normal. Ini dilakukan dengan menggunakan rumus *Shapiro-Wilk*. Metode perhitungannya dimulai dengan menentukan hipotesis pengujiannya, yaitu:

H_0 : data tidak terdistribusi secara normal.

H_1 : data terdistribusi secara normal.

Selanjutnya, dasar dari pengambilan keputusan di atas dihitung menggunakan program *SPSS* menggunakan metode *shapiro-wilk* berdasarkan besaran probabilitas; nilai α yang digunakan adalah 0,05, dan pedoman pengambilan keputusan yang diberikan oleh Sugiyono (2010) adalah:

- 1) Nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 diterima dengan artian bahwa data tidak terdistribusi secara normal.
- 2) Nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_a diterima dengan artian bahwa data terdistribusi secara normal.

3. Analisis Tahap Akhir

a. Analisis Angket Respon Siswa

Analisis ini dilakukan menggunakan lembar respons (angket). Angket respon siswa terdiri atas 4 jawaban dengan menggunakan skala *likert* dengan kategori penilaian yang tertera pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Skala Penilaian Angket Respons

Skor	Kategori
4	Sangat Setuju
3	Setuju
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

(Sugiyono, 2010)

Data yang diperoleh akan dianalisis dan dihitung persentase kepraktisan dengan Persamaan 3.8.

$$\text{Kepraktisan} = \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \quad (3.8)$$

Kemudian, skor (%) yang diperoleh diinterpretasikan dalam bentuk tabel kriteria seperti pada Tabel 3.7.

Tabel 3 7 Kriteria Angket Siswa

Persentase (%)	Interpretasi
$80\% \leq x \leq 100\%$	Sangat Praktis
$60\% \leq x < 80\%$	Praktis
$40\% \leq x < 60\%$	Kurang Praktis
$20\% \leq x < 40\%$	Tidak Praktis
$0\% \leq x < 20\%$	Sangat Tidak Praktis

(Sugiyono, 2011)

b. Uji t

Uji t dua sampel berkorelasi menunjukkan bahwa hipotesis diuji secara dua pihak. Setelah perlakuan, uji pihak kanan digunakan untuk mengukur efektivitas pembelajaran antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. teori yang digunakan adalah:

$$H_o : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

μ_1 : rata-rata nilai akhir (*post-test*) keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen yang menerapkan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT.

μ_2 : rata-rata nilai akhir (*post-test*) keterampilan berpikir kritis kelas kontrol.

H_o diterima jika rata-rata nilai akhir \leq rata-rata nilai akhir.

H_a diterima jika rata-rata nilai akhir $>$ rata-rata nilai akhir.

Uji-t adalah uji yang digunakan untuk mengolah hasil belajar setelah pengujian di kelas eksperimen dan kontrol. Tes ini membantu menentukan validitas hipotesis dapat dilihat menggunakan Persamaan 3.9 (Arikunto, 2012).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (3.9)$$

Keterangan:

\bar{x}_1 = nilai rata-rata pada kumpulan data pertama

\bar{x}_2 = nilai rata-rata pada kumpulan data kedua

- n_1 = jumlah ulangan atau data pada kumpulan data pertama
 n_2 = jumlah ulangan atau data pada sekumpulan data kedua
 s = standar deviasi atau variansi

c. Uji *N-Gain*

Uji peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dapat dihitung dengan menggunakan rumus *gain* yang dapat dilihat pada Persamaan 3.10

$$g = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}} \quad (3.10)$$

Kriteria peningkatan berpikir kritis dapat dilihat dalam Tabel 3.8

Tabel 3.8 Kriteria Persentase Nilai Gain

Nilai g	Kriteria
$g < 0,30$	Rendah
$0,30 \leq g \leq 0,70$	Sedang
$g > 0,70$	Tinggi

(Hake, 1999)

BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

A. Deskripsi Data

Berdasarkan penelitian di MAN 2 Karanganyar diperoleh data sebagai berikut:

1. Respon siswa MAN 2 Karanganyar

Berdasarkan pengisian angket di XI IPA 2, kelas eksperimen, diperoleh skor rata-rata 3,38 dari skor maksimal 4 dan persentase kepraktisan 84,41%, yang menempatkannya dalam kategori sangat praktis..

2. Keterampilan berpikir kritis siswa MAN 2 Karanganyar

Data kemampuan berpikir kritis siswa di kelas kontrol mencapai rata-rata nilai pre-test 55 dan nilai post-test 65; di kelas eksperimen, nilai pre-test 41 dan nilai post-test 81 diperoleh. Hasil kemampuan berpikir kritis siswa dalam kelas eksperimen yang menggunakan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dengan model pembelajaran berdasarkan masalah menunjukkan perolehan rata-rata yang lebih tinggi daripada kelas kontrol dengan model pembelajaran berdasarkan masalah.

B. Analisis Data

1. Analisis Uji Instrumen

Instrumen soal diuji di kelas XII IPA 2 sebelum diuji pada kelas eksperimen (XI IPA 2) dan kelas kontrol (XI IPA 3). Ini dilakukan untuk menguji validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran soal. Kelayakan alat penelitian alat diuji dengan menggunakan rumus berikut:

a. Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengevaluasi validitas item tes. Hasil analisis perhitungan instrumen soal dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Validasi Soal

Validitas	No. Soal	Jumlah	Persentase
Valid	1,2,3,4,5,6,7, 8,9,10	10	100%
Tidak Valid	-	0	0%
Jumlah		10	100%

Hasil perhitungan validasi soal menggunakan *microsoft excel*. Hasil perhitungan dapat dilihat dalam Lampiran 16.

b. Reliabilitas

Setelah uji validitas, uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa konsisten jawaban

tetap. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus Cronbach's Alpha, kriteria untuk uji reliabilitas instrumen menunjukkan reliabilitas tinggi sebesar 0,361. Hasil uji reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Reliabilitas

Cronbach's Alpha	N of Item
0.92	10

c. Tingkat Kesukaran

Tabel 4.3 menunjukkan hasil perhitungan tingkat kesukaran untuk masing-masing butir soal. Soal yang memenuhi syarat dikategorikan sebagai soal sedang, yang terdiri dari delapan butir, dan soal mudah, yang terdiri dari dua butir. Berikut hasil perhitungan analisis tingkat kesukaran soal ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Soal

Kriteria	No Butir	Jumlah
Mudah	5,6	2
Sedang	1,2,3,4,7,8,9,10	8
Sukar	-	-
Jumlah		10

d. Daya Beda

Tabel 4.4 menampilkan hasil perhitungan daya beda soal, yang menunjukkan bahwa daya beda yang memenuhi syarat adalah 1 butir yang memiliki daya beda yang buruk, 7 butir yang memenuhi syarat, dan 2 butir yang memenuhi syarat. Hasil perhitungan daya beda dapat dilihat pada Lampiran 19.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Daya Beda Soal

Kriteria	No Butir	Jumlah	Persentase
Buruk	8	1	10%
Cukup	1,2,3,4,5,6,7	7	70%
Baik	9,10	2	20%
Sangat Baik	-	-	0%
Jumlah			100%

Berdasarkan analisis uji instrumen, dari 10 soal yang diujikan hanya ada 7 butir soal yang layak digunakan. Akan tetapi, dari 7 butir tersebut terdapat 2 butir soal dengan indikator yang sama sehingga soal yang diberikan kepada siswa hanya 5 butir soal yaitu nomor 1, 3, 7, 9, 10.

2. Analisis Tahap Awal

Uji normalitas dan homogenitas digunakan untuk memeriksa keabsahan sampel selama analisis tahap awal.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data yang digunakan berdistribusi normal. Ini dilakukan menggunakan *software SPSS* dengan taraf signifikansi *Shapiro-Wilk* 5%. Kriteria pengambilan keputusan adalah bahwa jika signifikansi lebih dari 0,05, maka H_0 diterima dan data terdistribusi normal. Analisis tahap ini menggunakan *pre-test* dan *post-test* kelas kontrol dan eksperimen. Perhitungan analisis uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Normalitas Data
Pre-test dan *Post-test*

kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
hasil_belajar						
pretest_experimnt	.153	33	.047	.964	33	.332
posttest_experimnt	.188	33	.005	.940	33	.069
pretest_control	.146	33	.073	.953	33	.164
posttest_control	.146	33	.073	.943	33	.083

a. Lilliefors Significance Correction

Hasil analisis perhitungan *software SPSS* dalam uji *shapiro-wilk* terdistribusi normal karena nilai signifikansi kedua kelas $> 0,05$.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menentukan apakah varian penelitian kedua kelas homogen. Setelah data didistribusikan secara normal, uji levene digunakan dengan taraf signifikansi 5% di *SPSS*. Hasil uji *levene* adalah jika data homogen apabila (sig.) $> 0,05$. Data yang dimasukan adalah *pret-test* dan *post-test* kelas kontrol dan eksperimen. Hasil analisis homogenitas uji *levene* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
hasil_belajar	Based on Mean	.100	1	64	.752
	Based on Median	.194	1	64	.661
	Based on Median and with adjusted df	.194	1	63.962	.661
	Based on trimmed mean	.084	1	64	.773

Tabel 4.6 menunjukkan hasil homogenitas data signifikansi *pre-test* sebesar 0,221 dan *post-test* dengan nilai signifikansi 0,773 dengan keputusan hasil data homogen karena nilai signifikansi (sig) $> 0,05$.

3. Analisis Tahap Akhir

Analisis tahap akhir ini akan membuktikan hipotesis penelitian dan efektivitas penelitian dengan data nilai *post-test* kelas eksperimen dan kontrol.

a. Angket Respon Siswa

Respon siswa setelah pembelajaran dengan perawatan diukur melalui angket. Data dengan 84,41% kategori praktis diperoleh dari Persamaan 3.10.

b. Uji independen sampel *t-test*

Uji *t* atau uji perbedaan rata-rata nilai *post-test* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, digunakan untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Perhitungan uji independen *sampel t-test* menggunakan program *SPSS*, dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Hipotesis

	kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
hasil_belajar	posttest_experimen	33	81.06	8.174	1.423
	posttest_control	33	84.55	8.603	1.498

Hasil analisis uji independen sampel *t-test* menunjukkan bahwa nilai sig. (2-tailed) 0,000 sama dengan nilai α 0,05, sehingga H_0 ditolak. Oleh karena itu, telah ditunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa yang dilatih menggunakan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dan model pembelajaran *problem based learning* berbeda

dengan siswa yang dilatih hanya dengan model pembelajaran berbasis masalah.

c. Uji *N-Gain*

Uji *N-Gain* menggunakan perhitungan berbantu program *SPSS* untuk mengetahui apakah keterampilan berpikir kritis siswa telah berkembang. Perhitungan analisisnya dapat ditemukan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji *N-Gain*

kelas		Statistic	Std. Error		
NGain_persen	experiment	Mean	62.7023	4.47994	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound		53.5770
			Upper Bound		71.8276
		5% Trimmed Mean	65.0035		
		Median	71.4286		
		Variance	662.304		
		Std. Deviation	2.5735E1		
		Minimum	-14.29		
		Maximum	92.86		
		Range	107.14		
		Interquartile Range	25.08		
		Skewness	-1.435		.409
		Kurtosis	1.987		.798
			control		Mean
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			.2027	
	Upper Bound			26.4963	
5% Trimmed Mean	15.1094				
Median	20.0000				
Variance	1.375E3				
Std. Deviation	3.7076E1				
Minimum	-80.00				
Maximum	73.33				
Range	153.33				
Interquartile Range	39.02				
Skewness	-.844			.409	
Kurtosis	.488			.798	

Hasil analisis perhitungan *N-Gain* bahwa pada kelas XI IPA 3 sebagai kelas kontrol memperoleh nilai 0,13 dengan kriteria rendah sedangkan pada

kelas XI IPA 2 sebagai kelas eksperimen memperoleh nilai 0,63 dengan kategori sedang.

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa efektif alat praktikum konstanta pegas berbasis Internet of Things (IoT) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Ini dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah untuk materi Hukum Hooke. Peneliti mewawancarai guru sebelum penelitian, yang menemukan bahwa siswa memiliki kemampuan berpikir kritis yang rendah. Faktor tersebut adalah fakta bahwa aktivitas pembelajaran masih berpusat pada guru, sehingga siswa lebih cenderung tidak berpartisipasi secara aktif. Ini berlaku untuk pembelajaran fisika.

Penelitian ini telah dilakukan pada tanggal 15-27 Januari 2024 tahun pelajaran 2023/2024 di MAN 2 Karanganyar. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian jenis kuantitatif mengarah pada penelitian eksperimen dengan design penelitian *quasi experimental* dengan menggunakan *pretest-posttest control design* pemilihan kelas menggunakan *sampling purposive*. Penelitian ini mengambil populasi dari seluruh siswa kelas XI IPA MAN 2 Karanganyar yang terkelompok dalam 3 kelas. Sampel dalam penelitian ini yakni kelas XI IPA 2

sebagai kelas eksperimen dan XI IPA 3 sebagai kelas kontrol. Berdasarkan data penelitian yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa:

1. Respon Siswa

Respon siswa dapat diketahui setelah penyebaran angket pada kelas eksperimen. Angket respon siswa terdiri dari beberapa indikator yang dapat membantu guru menganalisis respon siswa terhadap alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dan model pembelajaran *problem based learning* yang diterapkan dalam pembelajaran.

Hasil rekap angket respon siswa diperoleh rata-rata skor 3,38 dari skor maksimal 4 dengan persentase kepraktisan 84,41% dengan kategori sangat praktis. Indikator pertama pada angket siswa yang berisi tampilan data pada alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT diperoleh rata-rata skor 2,87 menunjukkan bahwa siswa setuju dengan penyajian data pada LCD dan *smartphone* yang jelas. Indikator kedua berisi tentang penggunaan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT. Pada indikator ini diperoleh rata-rata skor 3,46 menunjukkan bahwa siswa setuju dengan kemudahan penggunaan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT.

Indikator ketiga yang berisi materi diperoleh rata-rata skor 3,45 menunjukkan bahwa alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT berhubungan dengan Hukum Hooke. Kemudian, pada indikator keempat yang berisi keterampilan berpikir kritis diperoleh rata-rata skor 3,38 menunjukkan bahwa siswa setuju dengan soal dan konsep alat praktikum yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyimpulkan, memberikan penjelasan sederhana dan membangun keterampilan dasar.

2. Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Penelitian ini terdiri dari tiga kali pertemuan pada masing-masing kelas. Pertemuan pertama dilaksanakan *pre-test*, pertemuan ke-2 pembelajaran dengan penerapan yang berbeda dan pertemuan ke-3 dilaksanakan *post-test*. *Pre-test* dan *post-test* yang digunakan dalam bentuk lima soal uraian. *Pre-test* bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis siswa. Pertemuan ke-1 siswa mengerjakan *pre-test* terlihat tidak bersemangat karena dihadapkan dengan soal fisika yang berupa uraian, kebingungan, mengobrol dengan teman dan melamun. Peneliti menegur agar

siswa mengerjakan dengan sungguh-sungguh dan jujur sesuai dengan kemampuannya sendiri.



Gambar 4. 1 Siswa Mengerjakan Soal *Pre-test* Kelas Eksperimen



Gambar 4. 2 Siswa Mengerjakan Soal *Pre-test* Kelas Kontrol

Pertemuan ke-2 di kelas eksperimen, siswa diminta untuk membentuk kelompok menjadi 6 kelompok, dimana setiap kelompok terdiri dari 5 sampai 6 orang. Guru memberikan materi Hukum Hooke dengan menggabungkan dengan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT. Setiap kelompok diberikan kesempatan untuk mengambil data dengan alat praktikum konstanta

pegas berbasis IoT. Kelompok 1 dan 2 mengambil data dengan beban bermassa 3 gram, kelompok 3 dan 4 mengambil data dengan beban bermassa 4 gram, sedangkan kelompok 5 dan 6 mengambil data dengan beban bermassa 5 gram. Setelah mengambil data, siswa diminta untuk membandingkan data yang diperoleh dengan kelompok lain dengan massa yang sama dan yang berbeda. Setiap kelompok memaparkan data yang diperoleh dan menjelaskan perbandingan datanya dengan data kelompok lain. Guru membantu menyimpulkan dan melengkapi hasil pemaparan setiap kelompok. Pertemuan ini siswa terlihat lebih nyaman, aktif dan mengikuti pembelajaran fisika dengan baik.



Gambar 4. 3 Kegiatan Praktikum Kelas Eksperimen



Gambar 4. 4 Kegiatan Pembelajaran Kelas Kontrol

Pertemuan ke-3 dilaksanakan *post-test*. Siswa baik kelas eksperimen dan kelas kontrol lebih siap dan tertib dalam mengerjakan *post-test*. *Post-test* bertujuan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis setelah mempelajari materi Hukum Hooke. Peneliti dapat mengetahui hasil mana yang terbaik antara *pre-test* dan *post-test*.



Gambar 4. 5 Siswa Mengerjakan Soal *Post-test*
Kelas Eksperimen



Gambar 4. 6 Siswa Mengerjakan Soal *Post-test*
Kelas Kontrol

Kelas kontrol pembelajaran menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning*. Siswa memahami materi Hukum Hooke dengan mengaitkan dalam kehidupan sehari-hari. Siswa dihadapkan beberapa permasalahan sehari-hari yang berkaitan dengan materi Hukum Hooke. Guru memfasilitasi hasil kegiatan diskusi dan membahas materi Hukum Hooke.

Penelitian ini mengukur kemampuan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis dapat dipandang sebagai kemampuan berpikir untuk membandingkan dua atau lebih informasi dan menyimpulkan, mempertimbangkan, kejelasan dan mengevaluasi dari. Indikator kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran yaitu memberikan penjelasan sederhana, membangun

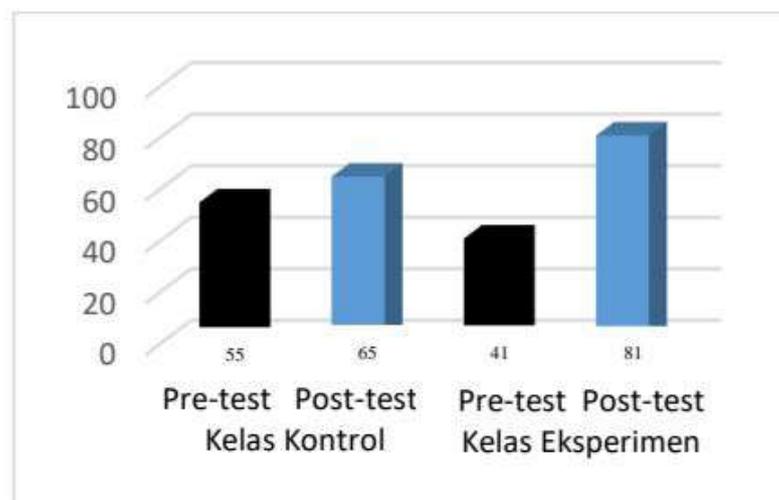
ketrampilan dasar, membuat inferensi, memberikan penjelasan lebih lanjut, mengatur strategi dan taktik.

Indikator kemampuan berpikir kritis diterapkan di instrumen soal penelitian. Indikator memberikan penjelasan sederhana memiliki kriteria mengidentifikasi, merumuskan, menentukan, merangkum dan menjawab pertanyaan secara fakta dengan alasan utama. Indikator berpikir kritis siswa dalam menerapkan memberikan penjelasan sederhana baik karena siswa dapat menjawab soal *pre-test* dan *post-test* secara baik.

Indikator membangun keterampilan dasar yang memiliki kriteria memberikan alasan dalam mengerjakan soal *pre-test* dan *post-test*. Indikator membuat inferensi memiliki kriteria menerapkan prinsip/persamaan Hukum Hooke dalam menyelesaikan soal *pre-test* dan *post-test*. Indikator memberikan penjelasan lebih lanjut dengan mampu menentukan definisi Hukum Hooke dalam soal *pre-test* dan *post-test*. Indikator mengatur strategi dan teknik dengan merumuskan masalah pada soal *pre-test* dan *post-test*.

Data kedua nilai disajikan dalam bentuk diagram batang melalui bantuan *microsoft excel*. Nilai rata-rata *pre-test* kelas eksperimen 41 lebih rendah daripada kelas kontrol 55, namun perbedaannya tidak jauh dan kedua

kelas memiliki kemampuan yang sama. Nilai *post-test* pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata yang lebih tinggi yaitu 81 dibandingkan kelas kontrol hanya 65. Hasil *post-test* yang lebih tinggi daripada *pre-test* menandakan perlakuan yang diterapkan berhasil. Rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4. 7 Diagram Batang Nilai Rata-rata *Pre-test* dan *Post-test* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Hasil analisis data statistik deskripsi menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pre-test* pada kelas kontrol dan eksperimen diperoleh sebesar 55 dan 41 sedangkan rata-rata nilai *post-test* 65 dan 81. Hasil kemampuan berpikir kritis siswa memiliki perbedaan data rata-rata antara dua

kelas yang cukup signifikan sebelum dan sesudah *treatment* pada kedua kelas tersebut.

Perbedaan nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* juga diujikan menggunakan uji t untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara kedua rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test*. Uji t menghasilkan nilai sig (*2-tailed*) 0,00 dan nilai α 0,05 dengan keputusan jika nilai sig (*2-tailed*) $< \alpha$ maka H_0 diterima. Penelitian ini juga menghasilkan data *N-Gain* untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah dilakukannya *treatment*. Uji N-Gain ini menghasilkan nilai 0,63 dengan kategori sedang. Hasil ini sesuai dengan uji hipotesis dengan hasil H_a diterima yang artinya alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan pemaparan diatas, keterbaruan dari penelitian ini yaitu diimplementasikannya alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dengan model pembelajaran *problem based learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT menjadi salah satu keterbaruan dari penelitian ini, dimana dalam penelitian sebelumnya tidak ditemukan adanya penggunaan alat praktikum berbasis IoT ini dalam proses

pembelajaran fisika. Kelebihan penelitian ini dibandingkan dengan penelitian yang lain yaitu penggunaan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT sebagai suatu media pembelajaran model *problem based learning* yang dikaitkan dengan keterampilan berpikir kritis. Inovasi dalam pembelajaran ini yaitu membantu dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan melibatkan langsung siswa dalam memecahkan suatu permasalahan hingga menemukan suatu solusi. Hasil akhir dari penelitian ini menemukan bahwa alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa terutama dalam pembelajaran fisika.

D. Keterbatasan Penelitian

Peneliti menyadari bahwa terdapat kelemahan dan keterbatasan pada pelaksanaan penelitian. Adapun keterbatasan tersebut antara lain:

1. Keterbatasan subjek penelitian

Penelitian ini terbatas pada materi Hukum Hooke yang dilakukan di MAN 2 Karanganyar dan hanya menggunakan sampel 2 kelas yaitu kelas XI IPA 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI IPA 3 sebagai kelas kontrol.

2. Keterbatasan Waktu

Penelitian di MAN 2 Karanganyar dilakukan hanya tiga kali pertemuan di masing-masing kelas sehingga waktu yang dimiliki terbatas dan penyampaian materi disampaikan secara singkat.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Respon siswa MAN 2 Karanganyar terhadap implementasi alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dikatakan baik. Hal ini ditunjukkan dengan angket respon siswa yang menghasilkan persentase kepraktisan 84,41% dengan kategori sangat praktis.
2. Implementasi alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dengan model pembelajaran *problem based learning* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini ditunjukkan dari perolehan nilai uji *N-Gain* yaitu 0,63 dengan kategori sedang.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang terkaji. Saran yang berhubungan dengan kajian sebagai berikut:

1. Diperlukan pengembangan alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT supaya bisa

dikendalikan secara penuh dengan jarak jauh tanpa ada bantuan oprator.

2. Diperlukan waktu yang lebih untuk penelitian supaya dalam proses penelitian suasana kelas kondusif dan tidak terbatas oleh waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim, Y., & Ramadhani, F. N. (2023). Pengukuran Temperatur Berbasis Internet of Things (IoT) dan Implementasinya pada Praktikum untuk Mengukur Kemampuan Psikomotorik. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 8(1), 52–59.
- Anam, K. (2022). Upaya Meningkatkan Kompetensi Guru Madrasah Aliyah Dalam Merancang Model Problem Based Learning Melalui Workshop. *Jurnal Ilmu Agama Islam*, 4(2), 129–144.
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *Diffraction: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 27–35. <https://doi.org/10.37058/diffraction.v3i1.4416>
- Arifin, M. Z., & Setiawan, A. (2020). Strategi Belajar Dan Mengajar Guru Pada Abad 21. *Indonesian Journal of Instructional Technology*, 1(2), 37–46. <http://journal.kurasinstitut.com/index.php/ijit>
- Arikunto. (2012). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*.
- Arsyad, A. (2015). *Media Pembelajaran*. Rajawali Press.
- Artono, B., & Putra, R. G. (2019). Penerapan Internet Of

Things (IoT) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan*, 5(1), 9–16. <https://doi.org/10.25047/jtit.v5i1.73>

Baunsele, A. B., Tukan, M. B., Kopon, A. M., Boelan, E. G., Komisia, F., Uron Leba, M. A., & Lawung, Y. D. (2020). Peningkatan Pemahaman Terhadap Ilmu Kimia Melalui Kegiatan Praktikum Kimia Sederhana Di Kota Soe. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 43–48. <http://dx.doi.org/10.36257/apts.vxix>

Blyznyuk, T. (2018). 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>

Dakabesi, D., & Luoise, I. S. Y. (2019). The Effect of Problem Based Learning Model on Critical Thinking Skills in The Context of Chemical Reaction Rate. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 13(3), 395–401. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v13i3.13887>

Djonomiarjo, T. (2018). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar. *Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal Aksara*, 05(01), 39–46.

<http://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/AKSARA/index>

Doringin, F., Tarigan, N. M., & Prihanto, J. N. (2020). Eksistensi Pendidikan Di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Teknologi Industri Dan Rekayasa (JTIR)*, 1(1), 43–48. <https://doi.org/10.53091/jtir.v1i1.17>

Eva, R. P. V. B., Sumantri, M. S., & Winarsih, M. (2020). Media Pembelajaran Abad 21: Komik Digital Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Dan Diskusi Nasional Pendidikan Dasar*, 1–7.

Fisika, D. P. (2017). *MAN Pemalang*.

Fitriyah, Sumpono, I., & Subali, B. (2018). Implementasi Alat Praktikum Pembiasan Cahaya untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA. *Unnes Physics Education Journal*, 7(3), 75–84.

Fourniyati, I. R. (2023). Proyek Pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Dan Sosial Di Smk : Studi Kasus Tentang Pemanfaatan Energi Terbarukan. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 6(4), 3653–3658.

Giancolli, D. (2014). *Fisika Jilid I, Edisi Ketujuh*.

Hadi, S. (2022). Implementasi Alat Praktikum Kalor Materi Pendinginan Air Berbasis IoT (Internet of Thing) untuk

Siswa SMA/MA Kelas XI. *Skripsi*.

Hake, R. (1999). *Analyzing Change/Gain Score*.

Kuncahyono, Suwandayani, B. I., & Muzakki, A. (2020). Aplikasi E-Test “That Quiz” sebagai Digitalisasi Keterampilan Pembelajaran Abad 21 di Sekolah Indonesia Bangkok. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, *11*(2), 153–166.

Kurdi, M. S. (2021). Realitas Virtual Dan Penelitian Pendidikan Dasar: Tren Saat Ini dan Arah Masa Depan. *CENDEKIA: Jurnal Ilmu Sosial, Bahasa Dan Pendidikan*, *1*(4), 60–85. <https://doi.org/10.55606/cendikia.v1i4.1317>

Marzuki, Z. A. (2023). *Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis Green School terhadap Berfikir Kreatif pada Materi Pencemaran Lingkungan di SMA Negeri 9 Bandar Lampung*.

Mulia, S., & Murni, S. (2022). Implikasi Pembelajaran Praktikum Ilmu Pengetahuan Alam Dalam Kemajuan Kognitif Siswa. *Science Education Research (Search) Journal*, 1–11.

Munzirin, W., Pranata, D. Y., & Sarwita, T. (2020). Survey

Upaya Guru Dalam Mengembangkan Media Pembelajaran Penjasorkes Pada SD Negeri Se-Kecamatan Simeulue Tengah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan, 1*(1).

Ningrum, N. F. (2022). *Implementasi Model Pembelajaran Flipped Classroom Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA pada Materi Gelombang*. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/autism-spectrum-disorders>

Noor, Y. A., Barokah, A., Supriyadi, & Sulhadi. (2020). Rancang Bangun Gerak Harmonis Sederhana sebagai Penghitung Periode Getaran Pegas. *Prosiding Seminar Nasional Fisika, 6*, 115–119.

Oktariani, & Ekadiansyah, E. (2020). Peran Literasi dalam Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Penelitian Pendidikan, Psikologi Dan Kesehatan (J-P3K), 1*(1), 23–33. <https://doi.org/10.51849/j-p3k.v1i1.11>

Patmawati, H. (2011). Analisis Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit dengan Metode Praktikum. *Skripsi Dipublikasikan. FKIP Universitas Islam Negeri*

- Pitriana, P., Agustina, R. D., Zakwandi, R., Ijharudin, M., & Kurniawan, D. T. (2018). Fun Science: Roket Air Sebagai Media Edu-Sains untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v2i1.143>
- Rahmi, A., Fitri, Y. W., Zahara, F., & Desnita. (2021). Meta Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 11(2), 11–18.
- Rasyidah, K., Supeno, & Maryani. (2018). Pengaruh Guided Inquiry Berbantuan PhET Simulations Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA Pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 129–134.
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239–2253.
- Rosyad, A. M. (2019). Implementasi Pendidikan Karakter melalui Kegiatan Pembelajaran di Lingkungan Sekolah. *Tarbawi: Jurnal Keilmuan Manajemen Pendidikan*, 5(02), 173–190. <https://doi.org/10.32678/tarbawi.v5i02.2074>

- Sanjani, M. A. (2021). Pentingnya Strategi Pembelajaran Yang Tepat Bagi Siswa. *Jurnal Serunai Administrasi Pendidikan*, 10(2), 32–37.
- Septikasari, R., & Frasandy, R. N. (2018). Keterampilan 4C Abad 21 dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar. *Jurnal Tarbiyah Al-Awlad*, 8(2), 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.04.015>
- Shofiyah. (2018). Prinsip – Prinsip Pengembangan Kurikulum dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Pembelajaran. *Edureligia; Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2(2), 122–130. <https://doi.org/10.33650/edureligia.v2i2.464>
- Sugiyono. (2010a). *Metodelogi Penelitian*.
- Sugiyono. (2010b). *Metodologi Penelitian*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Statistika untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Statistika untuk Penelitian* (30th ed.). Alfabeta.
- Supriadi. (2015). Pemanfaatan Sumber Belajar dalam Proses Pembelajaran. *Lantanida Journal*, 3(2), 127–139.

<https://doi.org/10.22373/lj.v3i2.1654>

- Suryana, A., Noviansyah, I., & Tamara, F. (2022). Pengaruh Media Audio Visual Terhadap Prestasi Belajar Siswa di Madrasah Ibtidaiyah Nurul Ilmi Citeureup Bogor. *EduInovasi: Journal of Basic Educational Studies*, 2(2), 112–132. <https://doi.org/10.47467/edui.v2i2.975>
- Susilowati, Y., & Sumaji. (2020). Interseksi Berpikir Kritis Dengan High Order Thinking Skill (Hots) Berdasarkan Taksonomi Bloom. *JURNAL SILOGISME : Kajian Ilmu Matematika Dan Pembelajarannya*, 5(2), 62–71. <https://doi.org/10.24269/silogisme.v5i2.2850>
- Takda, A., Jadmiko, B., & Erman. (2022). Development of INoSIT (Integration Nature of Science in Inquiry with Technology) Learning Models to Improve Science Literacy: A Preliminary Studies. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 18–31. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.957>
- Wardani, D. A. W. (2023). Problem Based Learning: Membuka Peluang Kolaborasi dan Pengembangan Skill Siswa. *Jurnal Penelitian Dan Penjaminan Mutu*, 4(1).
- Widayanti, & Yuberti. (2018). Pengembangan Alat Praktikum Sederhana Sebagai Media Praktikum Mahasiswa. *JIPFRI*

(*Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah*),
2(1), 21–27. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v2i1.161>

Yulianti, E., & Gunawan, I. (2019). Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 399–408. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v47i3p301-307>

Zubaidah, S. (2019). Memberdayakan keterampilan Abad ke-21 melalui Pembelajaran Berbasis Proyek. *Seminar Nasional Nasional Pendidikan Biologi*, 1–19. https://www.researchgate.net/publication/336511419_Memberdayakan_Keterampilan_Abad_Ke-21_melalui_Pembelajaran_Berbasis_Proyek

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara dengan Guru

HASIL WAWANCARA DENGAN GURU

Narasumber : Guru mata pelajaran Fisika

Nama : Nur Hasanah, S.Pd

Hari/Tanggal : 11 Juli 2023

Tempat : MAN 2 Karanganyar

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Kurikulum apa yang diterapkan di MAN 2 Karanganyar?	K13
2.	Berapa jam pelajaran mata pelajaran fisika dalam seminggu untuk kelas XI?	4 JP
3.	Apa saja model pembelajaran yang biasa digunakan selama kegiatan pembelajaran fisika?	Lebih banyak menggunakan metode ceramah dengan model pembelajaran langsung
4.	Ada berapa laboratorium di MAN 2 Karanganyar? Apakah di laboratorium MAN 2 Karanganyar terdapat alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT?	Satu, di MAN 2 KARANGANYAR belum terdapat alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT
5.	Apakah Bapak/Ibu pernah menerapkan pembelajaran berbasis eksperimen/praktikum dalam pembelajaran fisika?	Pernah, akan tetapi bukan pada materi hukum hooke
6.	Apakah Bapak/Ibu pernah melakukan praktikum pada materi hukum hooke?	Belum pernah
7.	Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan alat praktikum berbasis IoT pada pembelajaran eksperimen?	Belum pernah
8.	Menurut Bapak/Ibu apakah selama pembelajaran siswa aktif?	Tidak semua aktif

	dalam mengungkapkan pengetahuannya tentang materi yang akan dipelajari?	
9.	Menurut Bapak/Ibu materi hukum hooke tergolong sebagai materi yang sulit/sedang/mudah dipahami?	sedang
10.	Bagaimana dengan hasil nilai rata-rata kelas pada materi hukum hooke sudah mencapai KKM apa belum?	Rata-rata masih dibawah kkm
11.	Apakah Bapak/Ibu sudah menerapkan kegiatan pembelajaran yang mendorong keterampilan berpikir kritis siswa?	Sudah, akan tetapi kurang maksimal
12.	Menurut Bapak/Ibu apakah keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran fisika sudah tinggi?	Belum
13.	Kendala apa yang Bapak/Ibu alami selama kegiatan pembelajaran fisika? Bagaimana mengatasinya?	Anak-anaknya kurang aktif dan waktu yang tidak cukup untuk praktikum untuk solusinya supaya waktu cukup kembali ke metode ceramah

Mengetahui,
Guru Fisika

NUR HASANAH, S.Pd

NIP. 196508291998032002

Lampiran 2 Kisi-Kisi Soal

KISI-KISI SOAL MATERI HUKUM HOOKE

Jenjang : SMA/MA

Kurikulum : K13

Mata Pelajaran : Fisika

Bentuk Tes : Uraian

Kelas/Semester : XI/Ganjil

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar	Indikator	Nomor Soal
Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan	3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari	Siswa dapat membandingkan pertambahan panjang suatu benda elastis	1
		Siswa dapat mengevaluasi persamaan Hukum Hooke untuk menentukan nilai konstanta pegas	2

rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan teknologi, seni budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah	Siswa dapat memecahkan masalah pertambahan panjang pegas dari beberapa beban yang berbeda	3
	Siswa dapat menganalisis hubungan gaya terhadap pertambahan panjang pegas untuk menentukan konstanta pegas	4
	Siswa dapat menganalisis data percobaan Hukum Hooke untuk menentukan nilai konstanta pegas	5
	Siswa dapat menganalisis pertambahan panjang pegas dari beberapa beban yang berbeda	6
	Siswa dapat membandingkan pertambahan panjang suatu benda elastis	7

		Siswa dapat memecahkan masalah nilai konstanta pegas pada benda elastis	8
		Siswa dapat menganalisis persamaan Hukum Hooke untuk menghitung nilai massa beban jika diketahui konstanta pegas dan pertambahan panjang pegas	9
		Siswa dapat menghubungkan konsep Hukum Hooke	10

Lampiran 3 Kartu Soal**KARTU SOAL *PRE-TEST & POST-TEST***

Jenjang : SMA/MA

Kelas/Semester : XI/Ganjil

Mata Pelajaran : Fisika

Kurikulum : K13

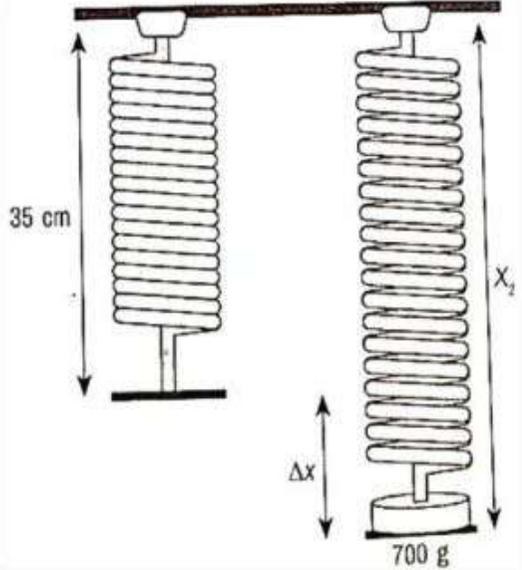
Materi Pokok : Hukum Hooke

Bentuk Tes : Uraian

Kompetensi Dasar

3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari

4.2 Melakukan percobaan tentang sifat elastisitas suatu bahan berikut presentasi hasil dan makna fisisnya

<p>Indikator Soal</p> <p>Siswa dapat membandingkan pertambahan panjang benda elastis</p>	<p>Sumber</p> <p>Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook Fisika</i>, Modul Ajar Fisika</p>
<p>No. Soal</p> <p>1</p>	<p>Soal :</p> <p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>The diagram shows two vertical springs. The left spring is attached to a horizontal bar at the top and has a length of 35 cm. The right spring is also attached to the same horizontal bar at the top and has a length of x_2. A mass of 700 g is attached to the bottom of the right spring, causing it to stretch by a distance of Δx.</p>

Sebuah pegas dalam keadaan normal memiliki panjang 35 cm. Ketika pegas tersebut digantungkan beban dengan massa 700 g, pegas mengalami pertambahan panjang sebesar Δx . Jika konstanta pegas 140 N/m, berapa panjang pegas setelah digantungkan beban?

Kunci Jawaban :

Diketahui:

$$X_0 = 35 \text{ cm}$$

$$m = 700 \text{ g}$$

$$k = 140 \text{ N/m}$$

Ditanya: $X_1 = \dots?$

Jawaban:

$$F = m \cdot g = 0,7 \cdot 10 = 7 \text{ N}$$

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{7}{140} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

$$X_1 = \Delta x + X_0 = 35 + 5 = 40 \text{ cm}$$

Indikator Soal Siswa dapat mengevaluasi persamaan Hukum Hooke untuk menentukan nilai konstanta pegas	Sumber Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook</i> Fisika, Modul Ajar Fisika
No. Soal 2	Soal : Dua kawat logam memiliki konstanta yang berbeda. Kawat pertama mempunyai konstanta 3 kali konstanta kawat kedua jika kawat kedua memiliki konstanta sebesar 100 N/m. Jika kedua kawat diberi massa secara vertikal yang sama yaitu 500 gram. Berapa perbandingan perpanjangan dari masing-masing kawat tersebut? Kunci Jawaban : Diketahui : $k_1 = 3 k_2$

	$k_2 = 100 \text{ N/m}$ $m = 500 \text{ gram}$ Ditanya : Δx_1 $\Delta x_1 = \dots?$ $\Delta x_2 = \dots?$ Jawaban : $k_1 = 3 k_2 = 3 \cdot 100 \text{ N/m} = 300 \text{ N/m}$ $F = m \cdot g = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ N}$ $\Delta x_1 = \frac{F}{k_1} = \frac{5}{300} = 0,017 \text{ m}$ $\Delta x_2 = \frac{F}{k_2} = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ m}$
--	--

Indikator Soal	Sumber Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook</i> Fisika, Modul Ajar Fisika
-----------------------	---

Siswa dapat memecahkan masalah penambahan panjang pegas dari beberapa beban yang berbeda	
No. Soal 3	Soal : Ketika beban yang bermassa 1 kg digantungkan pada pegas, pegas tersebut merenggang sejauh 50 cm. Tentukan konstanta pegas yang digunakan! Kunci Jawaban : Diketahui: $m = 1 \text{ kg}$ $\Delta x = 50 \text{ cm}$ Ditanya: $k = \dots?$ Jawaban: $F = m \cdot g = 1 \cdot 10 = 10 \text{ N}$ $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{10}{0,05} = 200 \text{ N/m}$

Indikator Soal Siswa dapat menganalisis hubungan gaya terhadap pertambahan panjang pegas untuk menentukan konstanta pegas	Sumber Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook Fisika</i> , Modul Ajar Fisika
No. Soal 4	Soal : Kawat P dan Q yang mempunyai panjang sama, yaitu 20 cm terbuat dari bahan yang memiliki konstanta pegas berbeda yaitu 400 N/m dan 500 N/m. Digantungkan beban yang sama yaitu 100 gram, berapakah panjang kawat setelah diberi beban? Kunci Jawaban : Diketahui : P dan Q

$$x_1 = 20 \text{ cm}$$

$$m = 100 \text{ gram}$$

$$k_P = 400 \text{ N/m}$$

$$k_Q = 500 \text{ N/m}$$

Ditanya : x_2 kawat P dan Q

Jawaban:

$$F = m \cdot g = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ N}$$

$$\Delta x_P = \frac{F}{k_P} = \frac{1}{400} = 0,0025 \text{ m}$$

$$x_2 \text{ kawat P} = x_1 + \Delta x_P = 0,2 + 0,0025 = 0,2025 \text{ m} = 20,25 \text{ cm}$$

$$\Delta x_Q = \frac{F}{k_Q} = \frac{1}{500} = 0,002 \text{ m}$$

$$x_2 \text{ kawat Q} = x_1 + \Delta x_Q = 0,2 + 0,002 = 0,202 \text{ m} = 20,2 \text{ cm}$$

Indikator Soal Siswa dapat menganalisis data percobaan Hukum Hooke untuk menentukan nilai konstanta pegas	Sumber Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook</i> Fisika, Modul Ajar Fisika
No. Soal 5	Soal : Kawat baja yang mempunyai panjang 1 meter digantungkan dengan beban 20 N. Jika kawat mengalami pertambahan panjang sebesar 0,20 m. Berapakah konstanta pegasnya? Kunci Jawaban : Diketahui: $X_0 = 1 \text{ m}$ $\Delta x = 0,2 \text{ m}$ $F = 20 \text{ N}$ Ditanya: $k = \dots?$

	<p>Jawaban:</p> $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{20}{0,2} = 100 \text{ N/m}$
--	---

Indikator Soal	Sumber								
Siswa dapat menganalisis pertambahan panjang pegas dari beberapa beban yang berbeda	Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook</i> Fisika, Modul Ajar Fisika								
No. Soal	Soal :								
6	Perhatikan tabel berikut!								
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>F (N)</th> <th>X (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	F (N)	X (cm)	15	3	20	4	30	6
F (N)	X (cm)								
15	3								
20	4								
30	6								

Wibi dan Doni melakukan percobaan pegas dan diperoleh data gaya (F) dan pertambahan panjang pegas (x) seperti tabel diatas. Berdasarkan tabel tersebut, berapa besarnya konstanta pegas yang digunakan oleh Wibi dan Doni?

Kunci Jawaban :

Diketahui:

$$F_1 = 15 \text{ N}$$

$$F_2 = 20 \text{ N}$$

$$F_3 = 30 \text{ N}$$

$$X_1 = 3 \text{ cm}$$

$$X_2 = 4 \text{ cm}$$

$$X_3 = 6 \text{ cm}$$

Ditanya: $k = \dots?$

Jawaban:

$$k = \frac{F_1}{X_1} = \frac{15}{0,03} = 500 \text{ N/m atau}$$

	$k = \frac{F_2}{X_2} = \frac{20}{0,04} = 500 \text{ N/m atau}$ $k = \frac{F_3}{X_3} = \frac{30}{0,06} = 500 \text{ N/m}$
--	--

<p>Indikator Soal</p> <p>Siswa dapat membandingkan penambahan panjang suatu benda elastis</p>	<p>Sumber</p> <p>Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook</i> Fisika, Modul Ajar Fisika</p>
<p>No. Soal</p> <p>7</p>	<p>Soal :</p> <p>Seutas kawat logam digantungkan dengan beban memiliki renggangan 0,4 m dengan panjang awal 1 m. Jika konstanta kawat tersebut 120 N/m, hitunglah besar massa yang digantungkan!</p> <p>Kunci Jawaban :</p> <p>Diketahui:</p> <p>$\Delta x = 0,4 \text{ m}$</p>

	$X_0 = 1 \text{ m}$ $k = 120 \text{ N/m}$ Ditanya: $m = \dots?$ $F = k \cdot \Delta x = 120 \cdot 0,4 = 48 \text{ N}$ $m = \frac{F}{g} = \frac{48}{10} = 4,8 \text{ kg}$
--	--

Indikator Soal Siswa dapat memecahkan masalah nilai konstanta pegas pada benda elastis	Sumber Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook Fisika</i> , Modul Ajar Fisika
No. Soal 8	Soal : Pegas yang digantungkan secara vertikal diberi beban dengan berat 4 N. Akibatnya terjadi perubahan panjang pegas dari 10 cm menjadi 20 cm. Jika pegas memenuhi hukum Hooke, berapa panjang pegas ketika diberikan beban 6 N?

	<p>Kunci Jawaban :</p> <p>Diketahui:</p> $F_1 = 4 \text{ N}$ $\Delta x_1 = 20 - 10 = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ $F_2 = 6 \text{ N}$ <p>Ditanya: $\Delta x_2 = \dots?$</p> <p>Jawaban:</p> $k = \frac{F_1}{\Delta x_1} = \frac{4}{0,1} = 40 \text{ N/m}$ $\Delta x_2 = \frac{F_2}{k} = \frac{6}{40} = 0,15 \text{ m}$
--	--

<p>Indikator Soal</p> <p>Siswa dapat menganalisis persamaan Hukum Hooke untuk menghitung nilai massa beban jika</p>	<p>Sumber</p> <p>Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook Fisika</i>, Modul Ajar Fisika</p>
--	--

diketahui konstanta pegas dan
pertambahan panjang pegas

No. Soal

9

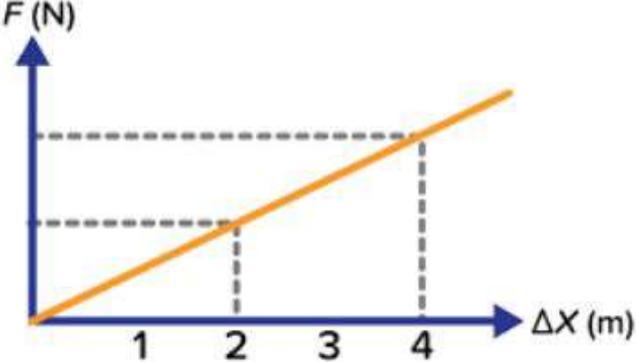
Soal :

Lengkapilah tabel dibawah ini!

F(N)	Δx (m)	k (N/m)
30		300
	0,5	100
90	0,3	

Kunci Jawaban :

F(N)	Δx (m)	k (N/m)
30	0,1	300
50	0,5	100
90	0,3	300

Indikator Soal Siswa dapat menghubungkan konsep Hukum Hooke	Sumber Buku Siswa Fisika Erlangga, <i>Ebook</i> Fisika, Modul Ajar Fisika
No. Soal 10	Soal : Perhatikan grafik percobaan berikut!  <p>Berdasarkan grafik percobaan tersebut pegas yang digunakan mempunyai konstanta berapa?</p>

Kunci Jawaban :

Diketahui:

$$F_1 = 1 \text{ N}$$

$$F_2 = 2 \text{ N}$$

$$\Delta x_1 = 2 \text{ m}$$

$$\Delta x_2 = 4 \text{ m}$$

Ditanya: $k = \dots?$

Jawaban:

$$k = \frac{F_1}{\Delta x_1} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ N/m} \text{ atau } k = \frac{F_2}{\Delta x_2} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ N/m}$$

Lampiran 4 Soal Uji Coba

Pre-test dan Post-test Berpikir Kritis

Mata Pelajaran : Fisika

Sekolah : MAN 2 Karanganyar

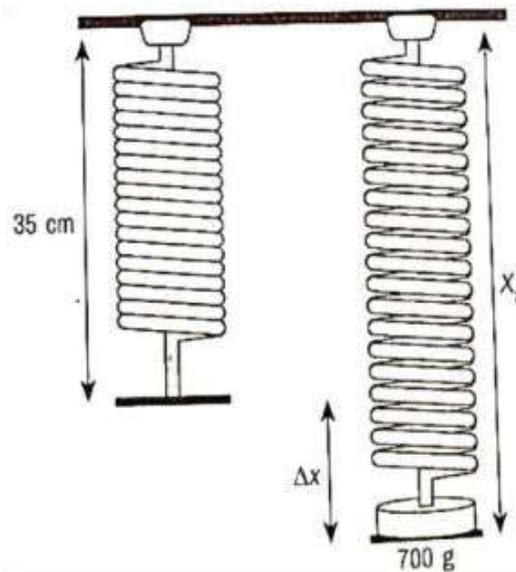
Kelas : XII IPA 2

Alokasi Waktu : 90 menit

Petunjuk mengerjakan :

- Berdoalah sebelum mengerjakan soal
- Isikan identitas anda dengan benar pada lembar soal ini
- Waktu mengerjakan soal pretest 60 menit
- Soal terdiri dari 10 soal essay hukum *hooke*
- Periksa dan bacalah soal – soal tersebut sebelum teman-teman menjawabnya
- Jawablah soal dengan benar dan tepat

1. Perhatikan gambar berikut!



Sebuah pegas dalam keadaan normal memiliki panjang 35 cm. Ketika pegas tersebut digantungkan beban dengan massa 700 g, pegas mengalami pertambahan panjang sebesar Δx . Jika konstanta pegas 140 N/m, berapa panjang pegas setelah digantungkan beban?

2. Dua kawat logam memiliki konstanta yang berbeda. Kawat pertama mempunyai konstanta 3 kali konstanta kawat kedua jika kawat kedua memiliki konstanta sebesar 100 N/m. Jika kedua kawat diberi massa secara vertikal yang sama yaitu 500 gram. Berapa perbandingan perpanjangan dari masing-masing kawat tersebut?

3. Ketika beban yang bermassa 1 kg digantungkan pada pegas, pegas tersebut merenggang sejauh 50 cm. Tentukan konstanta pegas yang digunakan!
4. Kawat P dan Q yang mempunyai panjang sama, yaitu 20 cm terbuat dari bahan yang memiliki konstanta pegas berbeda yaitu 400 N/m dan 500 N/m. Digantungkan beban yang sama yaitu 100 gram, berapakah panjang kawat setelah diberi beban?
5. Kawat baja yang mempunyai panjang 1 meter digantungkan dengan beban 20 N. Jika kawat mengalami pertambahan panjang sebesar 0,20 m. Berapakah konstanta pegasnya?
6. Perhatikan tabel berikut!

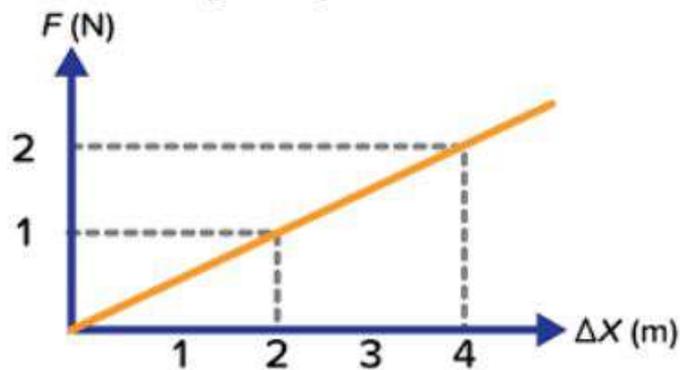
F (N)	X (cm)
15	3
20	4
30	6

Wibi dan Doni melakukan percobaan pegas dan diperoleh data gaya (F) dan pertambahan panjang pegas (x) seperti tabel diatas. Berdasarkan tabel tersebut, berapa besarnya konstanta pegas yang digunakan oleh Wibi dan Doni?

7. Seutas kawat logam digantungkan dengan beban memiliki renggangan 0,4 m dengan panjang awal 1 m. Jika konstanta kawat tersebut 120 N/m, hitunglah besar massa yang digantungkan!
8. Pegas yang digantungkan secara vertikal diberi beban dengan berat 4 N. Akibatnya terjadi perubahan panjang pegas dari 10 cm menjadi 20 cm. Jika pegas memenuhi hukum Hooke, berapa panjang pegas ketika diberikan beban 6 N?
9. Lengkapilah tabel dibawah ini!

F(N)	Δx (m)	k (N/m)
30		300
	0,5	100
90	0,3	

10. Perhatikan grafik percobaan berikut!



Berdasarkan grafik percobaan tersebut pegas yang digunakan mempunyai konstanta berapa?

Lampiran 5 RPP Kelas Kontrol

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

(Kelas Kontrol)

Sekolah : MAN 2 Karanganyar

Kelas : XI IPA 3

Materi Ajar : Hukum Hooke

Alokasi Waktu : 180 menit/ 4 JP

Pertemuan Ke-1 (Elastisitas Bahan & Hukum Hooke)

Sekolah	MAN 2 Karanganyar
Mata Pelajaran	Fisika
Kelas/Semester	XI/Ganjil
Materi Pokok	Hukum Hooke
Alokasi Waktu	4 JP × 45 menit
Kompetensi Inti	KI4: Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
Kompetensi Dasar	3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari
Indikator Pencapaian Kompetensi	3.2.1 Mengidentifikasi benda-benda elastis dan plastis 3.2.2 Menjelaskan bunyi Hukum Hooke 3.2.6 Menemukan nilai konstanta pegas dengan Hukum Hooke
Tujuan Pembelajaran	1. Siswa dapat mengidentifikasi benda-benda elastis dan plastis dalam kehidupan sehari-hari

	<p>2. Siswa dapat menjelaskan mengenai Hukum Hooke</p> <p>3. Siswa dapat menemukan nilai konstanta pegas dengan hukum hooke</p>
Pendekatan	Scientific Learning
Model Pembelajaran	Problem Based Learning
Metode	Penyampaian Informasi, Diskusi, Tanya jawab, Penugasan, Eksperimen
Alat, bahan, media, dan sumber pembelajaran	<p>Alat dan Bahan : Laptop, Whiteboard, spidol, LCD Proyektor</p> <p>Media Pembelajaran : LKPD, Slide PPT, Kit konstanta pegas</p> <p>Sumber Pembelajar : Buku pelajaran fisika kelas XI</p>
Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi
Pendahuluan (10 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membuka pembelajaran dengan salam, do'a dan presensi. • Guru melakukan apersepsi dengan memberi pertanyaan terkait materi sebelumnya. • Siswa diberi gambaran tentang manfaat mempelajari materi elastisitas bahan dan diberi motivasi untuk memusatkan perhatian dengan menampilkan simulasi pegas pada shockbreaker pada mobil. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.
Inti (75 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan kesempatan pada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar. • Guru memancing pengetahuan siswa dengan memberi contoh-contoh terkait materi dalam kehidupan sehari-hari siswa seperti elastisitas karet pada ketapel.

	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa melakukan tanya jawab dengan guru “Bagaimana peristiwa tersebut dapat terjadi?” • Guru memberikan penjelasan materi terkait elastisitas bahan. • Siswa mencatat semua informasi yang telah diperoleh pada buku catatan.
Penutup (5 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dipandu dengan guru menyimpulkan hasil pembelajaran pada saat itu. • Siswa diminta untuk mempelajari materi selanjutnya yang berkaitan dengan konstanta pegas dan hukum hooke • Guru mengakhiri pembelajaran dengan salam penutup.

Pertemuan Ke-2

Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi
Pendahuluan (10 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membuka pembelajaran dengan salam, do'a dan presensi. • Guru melakukan apersepsi dengan memberi pertanyaan terkait materi sebelumnya. • Siswa diberi gambaran tentang manfaat mempelajari materi hukum hooke dan diberi motivasi untuk memusatkan perhatian. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.
Inti (75 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan slide PPT terkait dengan hubungan antara perpanjangan pegas dan konstanta pegas dengan Hukum Hooke.

	<ul style="list-style-type: none"> • Guru melakukan tanya jawab terkait materi yang telah disampaikan. • Guru membagi kelas beberapa kelompok dan memberikan LKPD untuk diselesaikan. • Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas. • Guru mengoreksi dan menambahkan hasil presentasi.
Penutup (5 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dipandu dengan guru menyimpulkan hasil pembelajaran pada saat itu. • Siswa diminta untuk mempersiapkan post-test. • Guru mengakhiri pembelajaran dengan salam penutup.

Senin, 15 Januari 2024

Mengetahui,
Guru Mapel Fisika



Nur Hasanah, S. Pd
NIP. 196508291998032002

Peneliti



Ahmad Syarif Hidayatulloh
NIM. 2008066012

Lampiran 6RPP Kelas Eksperimen

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

(Kelas Eksperimen)

Sekolah : MAN 2 Karanganyar

Kelas : XI IPA 2

Materi Ajar : Hukum Hooke

Alokasi Waktu : 180 menit/ 4 JP

Pertemuan Ke-1 (Elastisitas Bahan & Hukum Hooke)

Sekolah	MAN 2 Karanganyar
Mata Pelajaran	Fisika
Kelas/Semester	XI/Ganjil
Materi Pokok	Hukum Hooke
Alokasi Waktu	4 JP × 45 menit
Kompetensi Inti	KI4: Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori
Kompetensi Dasar	3.2 Menganalisis sifat elastisitas bahan dalam kehidupan sehari-hari
Indikator Pencapaian Kompetensi	3.2.1 Mengidentifikasi benda-benda elastis dan plastis 3.2.2 Menjelaskan bunyi Hukum Hooke 3.2.6 Menemukan nilai konstanta pegas dengan Hukum Hooke
Tujuan Pembelajaran	4. Siswa dapat mengidentifikasi benda-benda elastis dan plastis dalam kehidupan sehari-hari

	<p>5. Siswa dapat menjelaskan mengenai Hukum Hooke</p> <p>6. Siswa dapat menemukan nilai konstanta pegas dengan hukum hooke</p>
Pendekatan	Scientific Learning
Model Pembelajaran	Problem Based Learning
Metode	Penyampaian Informasi, Diskusi, Tanya jawab, Penugasan, Eksperimen
Alat, bahan, media, dan sumber pembelajaran	<p>Alat dan Bahan : Laptop, Whiteboard, spidol, LCD Proyektor</p> <p>Media Pembelajaran : LKPD, Slide PPT, Kit konstanta pegas</p> <p>Sumber Pembelajar : Buku pelajaran fisika kelas XI</p>
Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi
Pendahuluan (10 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membuka pembelajaran dengan salam, do'a dan presensi. • Guru melakukan apersepsi dengan memberi pertanyaan terkait materi sebelumnya. • Siswa diberi gambaran tentang manfaat mempelajari materi elastisitas bahan dan diberi motivasi untuk memusatkan perhatian dengan menampilkan simulasi pegas pada shockbreaker pada mobil. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.
Inti (75 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan kesempatan pada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar. • Guru memancing pengetahuan siswa dengan memberi contoh-contoh terkait materi dalam kehidupan sehari-hari siswa seperti elastisitas karet pada ketapel.

	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa melakukan tanya jawab dengan guru “Bagaimana peristiwa tersebut dapat terjadi?” • Guru memberikan penjelasan materi terkait elastisitas bahan. • Siswa mencatat semua informasi yang telah diperoleh pada buku catatan.
Penutup (5 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dipandu dengan guru menyimpulkan hasil pembelajaran pada saat itu. • Siswa diminta untuk mempelajari materi selanjutnya yang berkaitan dengan konstanta pegas dan hukum hooke • Guru mengakhiri pembelajaran dengan salam penutup.

Pertemuan Ke-2

Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran	Deskripsi
Pendahuluan (10 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membuka pembelajaran dengan salam, do’a dan presensi. • Guru melakukan apersepsi dengan memberi pertanyaan terkait materi sebelumnya. • Siswa diberi gambaran tentang manfaat mempelajari materi Hukum Hooke dengan <i>IoT</i> dan diberi motivasi untuk memusatkan perhatian. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.
Inti (75 menit)	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menampilkan slide PPT terkait dengan hubungan antara perpanjangan pegas dan konstanta pegas dengan Hukum Hooke. • Guru melakukan tanya jawab terkait materi yang telah disampaikan. • Guru membagi kelas menjadi 6 kelompok dimana siswa mengambil data dengan alat

	<p>praktikum konstanta pegas berbasis IoT, kelompok 1 dan 2 menggunakan beban sebesar 30 gram, kelompok 3 dan 4 menggunakan beban 40 gram, dan kelompok 5 dan 6 menggunakan beban 50 gram.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Setelah mengambil data siswa menganalisis hasil pengambilan data tersebut dan mempresentasikannya di depan kelas. • Guru mengoreksi dan menambahkan hasil presentasi.
<p>Penutup (5 menit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dipandu dengan guru menyimpulkan hasil pembelajaran pada saat itu. • Siswa diminta untuk mempersiapkan post-test. • Guru mengakhiri pembelajaran dengan salam penutup.

Senin, 15 Januari 2024

Mengetahui,
Guru Mapel Fisika



Nur Hasanah, S. Pd
NIP. 196508291998032002

Peneliti



Ahmad Syarif Hidayatulloh
NIM. 2008066012

Lampiran 7 Data Siswa Kelas Uji Coba Soal

No	Kode	Nama Siswa	No	Kode	Nama Siswa
1	U-01	Abdurrozaq Al A.	16	U-16	Dwi Azizah Aini
2	U-02	Afifah Frisca A.	17	U-17	Efendi Kurniawan
3	U-03	Afifah Nurul K.	18	U-18	Fadhilatun Nabila
4	U-04	Alifia Nabila A.	19	U-19	Fatiha Nur Laili A.
5	U-05	Anggun Aura S.	20	U-20	Fatur Samuell N.
6	U-06	Anisa Nur A.	21	U-21	Fitria Apriliana
7	U-07	Annisa Zahrotu F.	22	U-22	Galih Setiawan Adi
8	U-08	Aulia Zahra A.	23	U-23	Hengky Kurniawan
9	U-09	Ayunda S.	24	U-24	M. Hakim Rifai
10	U-10	Chika Tiahny A.S	25	U-25	Mei Linda Nur A.
11	U-11	Defita Lestya	26	U-26	Muhammad Fadhil
12	U-12	Dhiya Luthfiah A.	27	U-27	Riang Oktianto
13	U-13	Dias Listiyanti	28	U-28	Riska Miftahul J.
14	U-14	Dimas Surya A.	29	U-29	Rosya Ahya S.
15	U-15	Dina Setiana P.	30	U-30	Tariza Dila F.

Lampiran 8 Nilai Siswa Perbutir Soal

Kode	NO. BUTIR SOAL										Skor Siswa
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
U-01	4	3	3	4	4	4	4	2	5	1	34
U-02	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	12
U-03	3	3	2	4	5	4	4	3	5	5	38
U-04	3	2	2	4	4	4	2	3	1	1	26
U-05	3	1	1	3	1	5	2	2	1	1	20
U-06	2	2	2	3	4	5	2	2	1	1	24
U-07	3	3	2	3	3	5	2	2	2	1	26
U-08	3	3	2	2	3	4	2	3	1	1	24
U-09	3	4	4	4	5	5	4	3	5	5	42
U-10	1	3	3	4	4	5	4	3	3	1	31
U-11	3	4	2	4	4	5	4	3	5	5	39
U-12	2	4	3	5	5	4	4	2	5	5	39
U-13	1	4	3	4	4	2	2	2	2	1	25
U-14	4	3	4	4	3	5	4	3	5	5	40
U-15	4	4	3	3	4	4	4	4	5	5	40
U-16	2	4	2	4	4	5	4	2	4	1	32
U-17	3	4	4	3	5	5	4	4	5	5	42
U-18	3	1	2	4	4	2	2	1	1	1	21
U-19	3	4	2	4	5	5	4	2	4	1	34
U-20	1	1	2	3	1	4	2	3	1	1	19
U-21	3	4	3	4	5	5	2	2	5	1	34
U-22	2	3	4	4	3	4	4	4	4	1	33
U-23	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	11
U-24	1	1	3	1	1	3	2	3	1	1	17
U-25	3	4	3	5	4	5	4	4	5	5	42
U-26	4	4	3	5	5	4	4	3	5	5	42
U-27	1	1	2	4	4	3	2	2	1	1	21
U-28	2	3	3	3	5	4	4	3	1	1	29
U-29	2	4	2	4	4	4	2	3	1	1	27
U-30	2	2	1	3	1	4	2	2	1	1	19

Lampiran 9 Hasil Uji Coba Soal

No	Kode	Skor	No	Kode	Skor
1	U-01	68	16	U-16	64
2	U-02	24	17	U-17	84
3	U-03	76	18	U-18	42
4	U-04	52	19	U-19	68
5	U-05	40	20	U-20	38
6	U-06	48	21	U-21	68
7	U-07	52	22	U-22	66
8	U-08	48	23	U-23	22
9	U-09	84	24	U-24	34
10	U-10	62	25	U-25	84
11	U-11	78	26	U-26	84
12	U-12	78	27	U-27	42
13	U-13	50	28	U-28	58
14	U-14	80	29	U-29	54
15	U-15	80	30	U-30	38

Lampiran 10 Data Siswa Kelas Eksperimen

No	Kode	Nama Siswa	No	Kode	Nama Siswa
1	E-01	Akhsana Maqilla S.	18	E-18	Muhfidz Hafiztiawan
2	E-02	Aulia Putri Nabilah	19	E-19	Nana Isnanda
3	E-03	Azzahra Zaskya Q.	20	E-20	Nashwa Almas F.
4	E-04	Azzira Maula F.	21	E-21	Nayla Clarisa M.
5	E-05	Bastiyan Hafidz Z.	22	E-22	Rasendriya A.
6	E-06	Destiana Astuti	23	E-23	Reksa Hidayat Mulia
7	E-07	Dewi Maesaroh	24	E-24	Rifkhi Fustatul H.
8	E-08	Fikri Masyuri	25	E-25	Rizal Farid Fahrudin
9	E-09	Fitria Nur Rahmah	26	E-26	Rizqi Olivia Saputri
10	E-10	Ika Dwi Pertiwi	27	E-27	Tetris Acha Ariesta
11	E-11	Isnaini Eka Nur R.	28	E-28	Titin Dewi Wulandari
12	E-12	Isnaini Sukmawati	29	E-29	Uyun Niara Jannat
13	E-13	Kayla Mahsa A.	30	E-30	Yuliana Safitri
14	E-14	Khothijah Uswatun	31	E-31	Yuniar Zulaekah Emi
15	E-15	Lintang Akbar Nur	32	E-32	Zahra Ainun N.
16	E-16	Muhammad Ali H.	33	E-33	Zahra Dwi Afrila
17	E-17	Muhammad Hanafi			

Lampiran 11 Data Siswa Kelas Kontrol

No	Kode	Nama Siswa	No	Kode	Nama Siswa
1	K-01	Abu Hanifah	18	K-18	Januari Rizki Fadzilah
2	K-02	Ahnaf Rifai	19	K-19	Kharisma Nur Fadilah
3	K-03	Ahsan Mubarak R.	20	K-20	Lintang Pertiwi W.
4	K-04	Alifia Mariana K.	21	K-21	Mahendra Datta Adi P.
5	K-05	Amanda Wulandari	22	K-22	Maulia Zulva K.
6	K-06	Amelia Putri M.	23	K-23	Meytha Zukhruf
7	K-07	Amelia Ramadhani	24	K-24	Muh Tria Ikhlassul A.
8	K-08	An Afida Atsna	25	K-25	Muhammad Nurul A.
9	K-09	Arcell Marcello L.	26	K-26	Muhammad Roihan R.
10	K-10	Arvia Aprilia E.	27	K-27	Natasya Putri Nasyilla
11	K-11	Dea Vebi Yola	28	K-28	Naura Neifa H.
12	K-12	Della Artery Veliana	29	K-29	Popy Dian Laurenza
13	K-13	Devina Dwi S.	30	K-30	Raqibil Hafidz
14	K-14	Dwi Intan Wahyuni	31	K-31	Rasyid Angger Hanafi
15	K-15	Flora Loreza	32	K-32	Syafa Aulia Rahmah
16	K-16	Hafsah Hidaiya	33	K-33	Valen Aji Prasetyo N.
17	K-17	Hasna Ummu L.			

Lampiran 12 Nilai Pre-test dan Post-test Kelas Kontrol dan Eksperimen

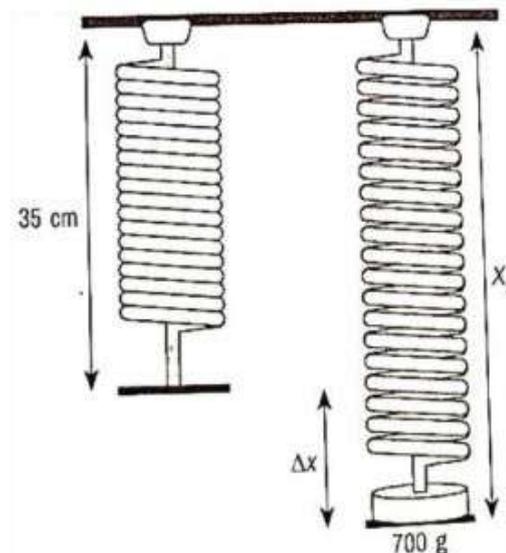
No	Kode	Kelas Kontrol		Kode	Kelas Experiment	
		Pre-test	Post-test		Pre-test	Post-test
1	K-01	70	75	E-01	35	95
2	K-02	60	60	E-02	35	85
3	K-03	65	70	E-03	30	80
4	K-04	40	70	E-04	40	85
5	K-05	55	70	E-05	50	95
6	K-06	50	80	E-06	40	85
7	K-07	40	60	E-07	10	75
8	K-08	30	75	E-08	30	80
9	K-09	65	65	E-09	20	80
10	K-10	45	70	E-10	70	75
11	K-11	75	65	E-11	10	80
12	K-12	40	65	E-12	60	75
13	K-13	65	65	E-13	50	80
14	K-14	50	65	E-14	20	75
15	K-15	65	75	E-15	20	90
16	K-16	65	65	E-16	35	80
17	K-17	45	60	E-17	35	95
18	K-18	45	65	E-18	70	70
19	K-19	70	65	E-19	65	80
20	K-20	40	70	E-20	20	75
21	K-21	70	50	E-21	30	80
22	K-22	60	80	E-22	35	90
23	K-23	50	55	E-23	55	80
24	K-24	75	60	E-24	40	80
25	K-25	60	50	E-25	30	95
26	K-26	65	60	E-26	40	70
27	K-27	25	80	E-27	50	90
28	K-28	50	50	E-28	40	85
29	K-29	55	65	E-29	65	60
30	K-30	75	55	E-30	60	80
31	K-31	45	60	E-31	80	85
32	K-32	50	60	E-32	30	70
33	K-33	45	50	E-33	45	75
Σ		1805	2130		1345	2675
\bar{x}		54,69697	64,545455		40,757576	81,060606
Min		25	50		10	60
Max		75	80		80	95
S		13,023254	8,4713095		17,41304	8,0488636

Lampiran 13 Soal *Pre-test* dan *Post-test***Soal *Pre-test* dan *Post-test*
Keterampilan Berpikir Kritis**

Petunjuk mengerjakan :

- Berdoalah sebelum mengerjakan soal
 - Isikan identitas anda dengan benar pada lembar soal ini
 - Waktu mengerjakan validasi soal 60 menit
 - Soal terdiri dari 10 soal essay hukum *hooke*
 - Periksa dan bacalah soal – soal tersebut sebelum teman-teman menjawabnya
 - Jawablah soal dengan benar dan tepat
-

1. Perhatikan gambar berikut!



Sebuah pegas dalam keadaan normal memiliki panjang 35 cm. Ketika pegas tersebut digantungkan beban dengan massa 700 g, pegas mengalami pertambahan panjang sebesar Δx . Jika konstanta pegas 140 N/m, berapa panjang pegas setelah digantungkan beban?

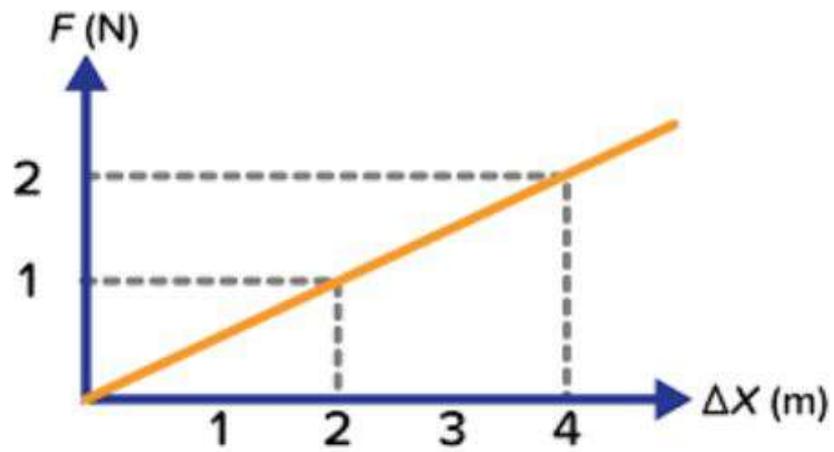
2. Ketika beban yang bermassa 1 kg digantungkan pada pegas, pegas tersebut merenggang sejauh 50 cm. Tentukan konstanta pegas yang digunakan!
3. Perhatikan tabel berikut!

F (N)	X (cm)
15	3
20	4
30	6

Wibi dan Doni melakukan percobaan pegas dan diperoleh data gaya (F) dan pertambahan panjang pegas (x) seperti tabel diatas. Berdasarkan tabel tersebut, berapa besarnya konstanta pegas yang digunakan oleh Wibi dan Doni?

4. Pegas yang digantungkan secara vertikal diberi beban dengan berat 4 N. Akibatnya terjadi perubahan panjang pegas dari 10 cm menjadi 20 cm. Jika pegas memenuhi hukum Hooke, berapa panjang pegas ketika diberikan beban 6 N?

5. Perhatikan grafik percobaan berikut!



Berdasarkan grafik percobaan tersebut pegas yang digunakan mempunyai konstanta berapa?

Lampiran 14 Lembar Jawab *Pre-test*

10

LEMBAR JAWAB

Nama : Dewi Maslinda	Sekolah : MAN 2 Karanganyar
Kelas : XI IPA 2	Pelajaran : Fisika
	Jenis Soal : <i>Praktik</i>

1.

2. Diket : $m = 1 \text{ kg}$
 $\Delta x = 50 \text{ cm}$
Dit : k ?
Jawab
 $k = \frac{F}{\Delta x}$

3.

4.

25

LEMBAR JAWAB

Nama : Natasya Putri Nasyilla
Kelas : XI IPA 3

Sekolah : MAN 2 Karanganyar
Pelajaran : Fisika
Jenis Soal : pre test

1. Diketahui :

$$x_0 = 35 \text{ cm}$$

$$m = 700 \text{ gr} = 0,7 \text{ kg}$$

$$k = 140 \text{ N/m}$$

Ditanya :

$$x_1 = \dots ?$$

Jawab

$$F = m \cdot g = 0,7 \cdot 10 = 7 \text{ N}$$

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{7}{140} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} x_1 &= \Delta x + x_0 \\ &= 5 + 35 \\ &= 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

2. Diketahui

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\Delta x = 50 \text{ cm}$$

Ditanya

3.

3.

LEMBAR JAWAB

Nama : Dea Yebi Yola
Kelas : XI IPA 3

Sekolah : MAN 2 Karanganyar
Pelajaran : Fisika
Jenis Soal : Pretest

75

1. Diketahui
 $x_0 = 35 \text{ cm}$ $k = 100 \text{ N/m}$
 $m = 700 \text{ g}$

Jawab
 $\Delta x = \frac{F}{k}$

Ditanya
 $x_6 ?$

2. Diketahui Ditanya
 $m = 1 \text{ kg}$ $k ?$
 $\Delta x = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$

Jawab

$$F = m \cdot g$$

$$= 1 \cdot 10$$

$$= 10$$

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

$$= \frac{10}{0,5}$$

$$= 20 \text{ N/m}$$

3. Diketahui Ditanya
 $F_1 = 15 \text{ N}$ $k ?$
 $x_1 = 3 \text{ cm}$

Jawab

$$k = \frac{F_1}{x_1} = \frac{15}{3} = 5$$

4. Diketahui Ditanya
 $F_1 = 4 \text{ N}$ $x_6 ?$
 $\Delta x_1 = 10 \text{ cm}$
 $F_2 = 6 \text{ N}$

Jawab

$$k = \frac{F_1}{\Delta x_1}$$

5. Diketahui Ditanya
 $F_1 = 1 \text{ N}$ $k ?$
 $F_2 = 2 \text{ N}$

$$\Delta x_1 = 2 \text{ m}$$

$$\Delta x_2 = 4 \text{ m}$$

Jawab

$$k = \frac{F_1}{\Delta x_1} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ N/m}$$

LEMBAR JAWAB

Nama : Yulian Z.
Kelas : XI IPA 2

Sekolah : MAN 2 Karanganyar
Pelajaran : Fisika
Jenis Soal : Pretest

① D1 : $x_0 = 35 \text{ cm}$

$m = 700 \text{ g}$

$k = 140 \text{ N/m}$

D2 : $x_t = ?$

Jawab : $F = m \cdot g$
 $= 0,7 \cdot 10$
 $= 7 \text{ N}$

$\Delta x = \frac{F}{k}$
 $= \frac{7}{140}$
 $= 0,05 \text{ m}$
 $= 5 \text{ cm}$

$x_t = 35 + 5$
 $= 40 \text{ cm}$

② D1 : $m = 1 \text{ kg}$

$\Delta x = 50 \text{ cm}$

D2 : $k = ?$

Jawab : $F = m \cdot g$
 $= 1 \cdot 10$
 $= 10 \text{ N}$

$k = \frac{F}{\Delta x}$
 $= \frac{10}{0,5}$
 $= 20$

③ D1 : $F_1 = 15 \text{ N}$

$x_1 = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$

D2 : $k = ?$

Jawab : $k = \frac{F_1}{x_1}$
 $= \frac{15}{0,03}$
 $= 500 \text{ N/m}$

④ ~~D1~~ : $F_1 = 4 \text{ N}$

$\Delta x_1 = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

$F_2 = 6 \text{ N}$

D2 : $x_t = ?$

Jawab : $k = \frac{F_1}{\Delta x_1}$
 $= \frac{4}{0,1}$
 $= 40 \text{ N/m}$

$\Delta x_2 = \frac{F_2}{k}$
 $= \frac{6}{40}$

$= 0,15 \text{ m}$

$= 15 \text{ cm}$

$x_t = 15 + 10$

$= 25 \text{ cm}$

⑤

Lampiran 15 Lembar Jawab *Post-test*

50

LEMBAR JAWAB

Nama : *Naufa Reifa* Sekolah : *MAN 2 Karanganyar*
 Kelas : *XII IPA 3* Pelajaran : *Fisika*
 Jenis Soal : *post test*

1) Diketahui : $x_0 = 35 \text{ cm}$
 $m = 900 \text{ g}$
 $A = 140 \text{ m}^2/\text{m}$
 Ditanya : $x_t = ?$
 Jawab : $x_t = \Delta x + x_0$

2) Diketahui : $m = 1 \text{ kg}$
 $\Delta x = 50 \text{ cm} = 0,05 \text{ dm}$
 Ditanya : $k = ?$
 Jawab : $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{m}{0,05} = 20 \text{ N/m}$

3)

4)

5) Diketahui : $f_1 = 1$
 $f_2 = 2$
 $\Delta x_1 = 2 \text{ m}$
 $\Delta x_2 = 4 \text{ m}$
 Ditanya : $k = ?$
 Jawab : $k = \frac{F_1}{\Delta x_1} = \frac{1}{2} = 0,5$

LEMBAR JAWAB

Nama : Zahrin Alimul
Kelas : XI IPA 2

Sekolah : MAN 2 Karanganyar
Pelajaran : Fisika
Jenis Soal : post test

70

1) Diketahui
 $X_0 = 35 \text{ cm}$
 $m = 700 \text{ g}$
 $k = 140 \text{ N}$
 Ditanya
 $X_t = ?$
 Jawaban
 $f = m \cdot g$
 $= 0,7 \cdot 10$
 $= 7 \text{ N}$
 $\Delta x = \frac{F}{k}$
 $= \frac{7}{140}$
 $= 0,05 \text{ m}$

2) Diketahui
 $m = 1 \text{ kg}$
 $\Delta x = 50 \text{ cm}$
 Ditanya
 $m = ?$

3) Diketahui
 $F_1 = 15 \text{ N}$
 $X_1 = 3 \text{ cm}$
 Ditanya
 $k = ?$
 Jawaban
 $k = \frac{F_1}{X_1} = \frac{15}{3} = 5 \text{ N}$

4)

5) Diketahui
 $F_1 = 1$
 $F_2 = 2$
 $\Delta x_1 = 2 \text{ m}$
 $\Delta x_2 = 4 \text{ m}$
 Ditanya
 $k = ?$

80

LEMBAR JAWAB

Nama : AMELIA PUTRI
Kelas : XI IPA 3

Sekolah : MAN 2 Karanganyar
Pelajaran : Fisika
Jenis Soal : POST TEST

1) D1 : $x_0 = 35 \text{ cm}$

$m = 700 \text{ gram}$

$k = 140 \text{ N/m}$

D2 : $x_1 = ?$

D3 : $\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{7}{140} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$

$x_1 = \Delta x + x_0 = 5 \text{ cm} + 35 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$

2) D1 : $m = 1 \text{ kg}$

$\Delta x = 50 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$

D2 : ~~$x = ?$~~ $k = ?$

D3 : $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{m \cdot g}{\Delta x} = \frac{1 \cdot 10}{0,05} = \frac{10 \text{ N}}{0,05 \text{ m}} = 20 \text{ N/m}$

3) D1 : $F_1 = 15 \text{ N}$

$x_1 = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$

D2 : $k = ?$

D3 : $k = \frac{F_1}{x_1} = \frac{15 \text{ N}}{0,03 \text{ m}} = 500 \text{ N/m}$

4)

5) D1 : $F_1 = 1 \text{ N}$

$F_2 = 2 \text{ N}$

$\Delta x_1 = 2 \text{ m}$

$\Delta x_2 = 4 \text{ m}$

D2 : $k = ?$

D3 : $k = \frac{F_1}{\Delta x_1} = \frac{1 \text{ N}}{2 \text{ m}} = 0,5 \text{ N/m}$

LEMBAR JAWAB

Nama : AKHSANA
Kelas : XI IPA 2

Sekolah : MAN 2 Karanganyar
Pelajaran : Fisika
Jenis Soal : POSTTEST

① Dik : $X_0 = 35 \text{ cm}$
 $m = 700 \text{ g}$
 $k = 140 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
 Dit : $X_e = \dots ?$
 Jawaban : $\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{7}{140} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$
 $F = m \cdot g$
 $= 0,7 \cdot 10$
 $= 7 \text{ N}$
 $X_e = 35 \text{ cm} + 5 \text{ cm}$
 $= 40 \text{ cm}$

② Dik : $m = 1 \text{ kg}$
 $\Delta x = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$
 Dit : $k = \dots ?$
 Jawaban : $F = m \cdot g$
 $= 1 \cdot 10$
 $= 10 \text{ N}$
 $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{10}{0,5} = 20 \text{ N/m}$

③ Dik : $F_1 = 15 \text{ N}$
 $x_1 = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$
 Dit : $k = \dots ?$
 Jawaban : $k = \frac{F_1}{x_1} = \frac{15}{0,03} = 500 \text{ N/m}$

④ Dik : $F_1 = 4 \text{ N}$
 $\Delta x_1 = 20 - 10 = 10 \text{ cm}$
 $F_2 = 6 \text{ N}$
 Dit : $x_2 = \dots ?$
 Jawaban
 $k = \frac{F_1}{\Delta x_1}$
 $= \frac{4}{10} = 0,4$
 $\Delta x_2 = \frac{F_2}{k} = \frac{6}{0,4} = 15$

⑤ Dik : $F_1 = 1 \text{ N}$
 $F_2 = 2 \text{ N}$
 $\Delta x_1 = 2 \text{ m}$
 $\Delta x_2 = 4 \text{ m}$
 Dit : $k = \dots ?$
 Jawaban
 $k = \frac{F_1}{\Delta x_1} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ N/m}$

Lampiran 16 Lembar Kerja Peserta Didik

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Kelompok : 2
 Anggota : Azzira
 Yuliana
 Zahra A
 Zahra D

Langkah Kerja:

1. Buatlah 6 kelompok
2. Unduh aplikasi Blynk melalui link
<https://drive.google.com/file/d/1qjg2RBHR-z-YClnu6KNB1pWFMa63P7n1/view?usp=drivesdk>
3. Konfigurasi terlebih dahulu aplikasi Blynk dengan membuka aplikasi, kemudian atur server settings, yang terdapat pada ikon bagian bawah aplikasi, klik ikon tersebut kemudian ubah menu slider pada Blynk menjadi custom, lalu masukkan link iot.srangkota.go.id dan port 9443, kemudian klik OK.
4. Login Blynk menggunakan akun:
 Email : iotpegas@gmail.com
 Password : 10tp3645
5. Nyalakan alat secara keseluruhan dengan menekan tombol relay1 ON.
6. Setelah itu langsung tekan relay2 ON juga, untuk menjalankan alat.
7. Alat akan berjalan dan mengambil data, awasi dengan melihat pada aplikasi Blynk.
8. Kelompok 1-2 menggunakan massa 30 gram, kelompok 3-4 menggunakan massa 40 gram dan kelompok 5-6 menggunakan massa 50 gram
9. Lengkapilah tabel berikut:

Kelompok/Data	M	F	x ₁	x ₂	Δx	k
Kelompok	30g	0,3 N	15,2	20,20g	5,00g	0,06
Data sama	30	0,3	15,2	20,20g	5,00g	0,06
Data Kel. Lain (1)	40	0,4	16,2	21,20g	5,00g	0,06
Data Kel. Lain (2)	50	0,5	17,2	22,20g	5,00g	0,06

10. Analisis serta simpulkan data yang diperoleh!

$$\begin{aligned}
 F &= m \cdot g & X_2 &= \Delta x + X_1 \\
 &= 0,03 \cdot 10 & &= 5,00g + 15,2 \\
 &= 0,3 \text{ N} & &= 20,20g \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

pada praktikum ini didapatkan data yang berbeda-beda dikarenakan alat yang digunakan memiliki keterbatasan dalam membaca data.

Lampiran 17 Angket Peserta Didik

LEMBAR ANGKET RESPON SISWA

IMPLEMENTASI ALAT PRAKTIKUM KONSTANTA PEGAS BERBASIS *IoT* DENGAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Oleh : Ahmad Syarif Hidayatulloh

NIM : 2008066016

Nama : *Kayla Mahsa Alodia*

Kelas : *XI IPA 2*

Sekolah : *MAN 2 Kutangganyar*

Hari/Tanggal : *Rabu, 17 Januari 2024*

A. Petunjuk Pengisian :

1. Tuliskan nama dan kelas anda pada tempat yang telah disediakan
2. Berikan penilaian sebenarnya dengan memberi tanda check list (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian anda terhadap alat praktikum konstanta pegas berbasis *IoT*
3. Berikut merupakan kriteria penilaian yang digunakan dalam lembar angket respon siswa menggunakan skala likert
Skor 4 : Sangat Setuju
Skor 3 : Setuju
Skor 2 : Tidak Setuju
Skor 1 : Sangat Tidak Setuju
4. Berikan saran dan komentar anda pada tempat yang telah disediakan
5. Terimakasih banyak atas kesediaan anda untuk mengisi lembar angket respon siswa terhadap media pembelajaran alat praktikum konstanta pegas berbasis *IoT*.

B. Penilaian

No	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
Tampilan Data					
1.	Penyajian data pada LCD dan smartphone jelas			✓	
Kemudahan Penggunaan Alat Praktikum					
2.	Penggunaan tombol pada alat praktikum jelas dan mudah dipahami			✓	
3.	Petunjuk penggunaan alat praktikum mudah dipahami				✓
4.	Alat praktikum dapat digunakan dengan mudah oleh siswa				✓
Materi					
5.	Alat praktikum konstanta pegas berbasis IoT dapat mengasah kemampuan saya terkait materi hukum hooke			✓	
6.	Materi yang disajikan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari			✓	
7.	Materi yang disajikan dapat membantu saya menjawab soal latihan			✓	
Ketercakupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis					
8.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan sederhana			✓	
9.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk membangun keterampilan dasar			✓	
10.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyimpulkan				✓
11.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lebih lanjut			✓	
12.	Konsep alat praktikum dan latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyusun strategi			✓	

C. Komentar dan Saran

Alat sangat membantu untuk kegiatan praktikum

.....

.....

Karanganyar,
Responden



Karanganyar, N. A.

Lampiran 18 Tabel Validitas

Responden	51	52	53	54	55	56	57	58	59	510	JML (Y)	JML KUADRAT
U-01	4	3	3	4	4	4	4	2	5	1	34	1156
U-02	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	12	144
U-03	3	3	2	4	5	4	4	3	5	5	38	1444
U-04	3	2	2	4	4	4	2	3	1	1	26	676
U-05	3	1	1	3	1	5	2	2	1	1	20	400
U-06	2	2	2	3	4	5	2	2	1	1	24	576
U-07	3	3	2	3	3	5	2	2	2	1	26	676
U-08	3	3	2	2	3	4	2	1	1	1	24	576
U-09	3	4	4	4	5	5	4	1	5	5	42	1764
U-10	1	3	3	4	4	5	4	3	3	1	31	961
U-11	3	4	2	4	4	5	4	3	5	5	39	1521
U-12	2	4	3	5	5	4	4	2	5	5	39	1521
U-13	1	4	3	4	4	2	2	2	2	1	25	625
U-14	4	3	4	4	3	5	4	1	5	5	40	1600
U-15	4	4	3	3	4	4	4	4	5	5	40	1600
U-16	2	4	2	4	4	5	4	2	4	1	32	1024
U-17	3	4	4	3	5	5	4	4	5	5	42	1764
U-18	3	1	2	4	4	2	2	1	1	1	21	441
U-19	3	4	2	4	5	5	4	2	4	1	34	1156
U-20	1	1	2	3	1	4	2	3	1	1	19	361
U-21	3	4	3	4	5	5	2	2	5	1	34	1156
U-22	2	3	4	4	3	4	4	4	4	1	33	1089
U-23	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	11	121
U-24	1	1	3	1	1	3	2	3	1	1	17	289
U-25	3	4	3	5	4	5	4	4	5	5	42	1764
U-26	4	4	3	5	5	4	4	3	5	5	42	1764
U-27	1	1	2	4	4	3	2	2	1	1	21	441
U-28	2	3	3	3	3	4	4	3	1	1	29	841
U-29	2	4	2	4	4	4	2	3	1	1	27	729
U-30	2	2	1	3	1	4	2	2	1	1	19	361
ΣX	73	85	74	104	106	121	90	77	87	66	883	28541
ΣY											883	
$(\Sigma X)^2$	5329	7225	5476	10816	11236	14641	8100	5929	7569	4356		
ΣXY	2330	2776	2351	3268	3415	3791	2880	2410	3021	2322		
ΣX^2	207	283	206	394	434	523	300	219	353	246		
N			30									
N ΣXY	69900	83280	70530	98040	102450	112330	86400	72300	90630	69660		
N ΣX^2	6210	8490	6180	11820	13020	15690	9000	6570	10590	7380		
ΣY^2											28541	
N ΣY^2			856230									
ΣY^3			779689									
N $\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y$	5441	8225	3188	6208	8852	5687	6930	4309	13809	11382		
N $\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2$	881	1265	704	1004	1784	1049	900	641	3021	3024		
N $\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2$	79541											
Rxy	0,662588213	0,835879315	0,706751228	0,708170426	0,757524903	0,634670855	0,834958546	0,615177458	0,908112808	0,748136118		
Kriteria	tinggi	sangat tinggi	tinggi									

ΣXY	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10		X^2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	JML
Resp 1	136	102	102	136	136	136	136	68	170	34		Resp 1	16	9	9	16	16	16	16	4	25	1	1156
Resp 2	12	12	12	12	12	24	24	12	12	12		Resp 2	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	144
Resp 3	114	114	76	152	190	152	152	114	190	190		Resp 3	9	9	4	16	25	16	16	9	25	25	1444
Resp 4	78	52	52	104	104	104	52	78	26	26		Resp 4	9	4	4	16	16	16	4	9	1	1	676
Resp 5	60	20	20	60	20	100	40	40	20	20		Resp 5	9	1	1	9	1	25	4	4	1	1	400
Resp 6	48	48	48	72	96	120	48	48	24	24		Resp 6	4	4	4	9	16	25	4	4	1	1	576
Resp 7	78	78	52	78	78	138	52	52	26	26		Resp 7	9	9	4	9	9	25	4	4	4	1	676
Resp 8	72	72	48	48	72	96	48	72	24	24		Resp 8	9	9	4	4	9	16	4	9	1	1	576
Resp 9	126	168	168	168	210	210	168	126	210	210		Resp 9	9	16	16	16	25	25	16	9	25	25	1764
Resp 10	31	93	93	124	124	155	124	93	93	31		Resp 10	1	9	9	16	16	25	16	9	9	1	961
Resp 11	117	156	78	156	156	195	156	117	195	195		Resp 11	9	16	4	16	16	25	16	9	25	25	1521
Resp 12	78	156	117	195	195	156	156	78	195	195		Resp 12	4	16	9	25	25	16	16	4	25	25	1321
Resp 13	25	100	75	100	100	50	50	50	50	25		Resp 13	1	16	9	16	16	4	4	4	4	1	625
Resp 14	160	120	160	160	120	200	180	120	200	200		Resp 14	16	9	16	16	9	25	16	9	25	25	1600
Resp 15	160	160	120	120	160	160	160	160	200	200		Resp 15	16	16	9	9	16	16	16	16	25	25	1600
Resp 16	64	128	64	128	128	160	128	64	128	32		Resp 16	4	16	4	16	16	25	16	4	16	1	1024
Resp 17	126	168	168	126	210	210	168	168	210	210		Resp 17	9	16	16	9	25	25	16	16	25	25	1764
Resp 18	63	21	42	84	84	42	42	21	21	21		Resp 18	9	1	4	16	16	4	4	1	1	1	441
Resp 19	102	138	88	136	170	170	138	88	136	34		Resp 19	9	16	4	16	25	25	16	4	16	1	1156
Resp 20	19	19	38	57	19	76	38	57	19	19		Resp 20	1	1	4	9	1	16	4	9	1	1	361
Resp 21	102	136	102	136	170	170	68	68	170	34		Resp 21	9	16	9	16	25	25	4	4	25	1	1156
Resp 22	66	99	132	132	99	132	132	132	132	33		Resp 22	4	9	16	16	9	16	16	16	16	1	1089
Resp 23	11	11	11	11	11	11	22	11	11	11		Resp 23	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	121
Resp 24	17	17	51	17	17	51	34	51	17	17		Resp 24	1	1	9	1	1	9	4	9	1	1	289
Resp 25	126	168	126	210	168	210	168	168	210	210		Resp 25	9	16	9	25	16	25	16	16	25	25	1764
Resp 26	168	168	126	210	210	168	168	126	210	210		Resp 26	16	16	9	25	25	16	16	9	25	25	1764
Resp 27	21	21	42	84	84	63	42	42	21	21		Resp 27	1	1	4	16	16	9	4	4	1	1	441
Resp 28	58	87	87	87	145	116	116	87	29	12		Resp 28	4	9	9	9	25	16	16	9	1	1	841
Resp 29	54	108	54	108	108	108	54	81	27	27		Resp 29	4	16	4	16	16	16	4	9	1	1	729
Resp 30	38	38	19	57	19	76	38	38	19	19		Resp 30	4	4	1	9	1	16	4	4	1	1	361
JML ΣXY	2330	2776	2351	3268	3415	3751	2880	2410	3021	2322		JML X^2	207	283	206	394	434	523	300	219	153	246	28541
												ΣX^2	ΣY^2										

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

X^j	51	52	53	54	55	56	57	58	59	510
RESP_1	16	9	9	16	16	16	16	4	25	1
RESP_2	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1
RESP_3	9	9	4	16	25	16	16	9	25	25
RESP_4	9	4	4	16	16	16	4	9	1	1
RESP_5	9	1	1	9	1	25	4	4	1	1
RESP_6	4	4	4	9	16	25	4	4	1	1
RESP_7	9	9	4	9	9	25	4	4	4	1
RESP_8	9	9	4	4	9	16	4	9	1	1
RESP_9	9	16	16	16	25	25	16	9	25	25
RESP_10	1	9	9	16	16	25	16	9	9	1
RESP_11	9	16	4	16	16	25	16	9	25	25
RESP_12	4	16	9	25	25	16	16	4	25	25
RESP_13	1	16	9	16	16	4	4	4	4	1
RESP_14	16	9	16	16	9	25	16	9	25	25
RESP_15	16	16	9	9	16	16	16	16	25	25
RESP_16	4	16	4	16	16	25	16	4	16	1
RESP_17	9	16	16	9	25	25	16	16	25	25
RESP_18	9	1	4	16	16	4	4	1	1	1
RESP_19	9	16	4	16	25	25	16	4	16	1
RESP_20	1	1	4	9	1	16	4	9	1	1
RESP_21	9	16	9	16	25	25	4	4	25	1
RESP_22	4	9	16	16	9	16	16	16	16	1
RESP_23	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1
RESP_24	1	1	9	1	1	9	4	9	1	1
RESP_25	9	16	9	25	16	25	16	16	25	25
RESP_26	16	16	9	25	25	16	16	9	25	25
RESP_27	1	1	4	16	16	9	4	4	1	1
RESP_28	4	9	9	9	25	16	16	9	1	1
RESP_29	4	16	4	16	16	16	4	9	1	1
RESP_30	4	4	1	9	1	16	4	4	1	1
ΣX^j	207	283	206	394	434	523	300	219	353	246

$$\eta_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_j^2}{\sigma_1^2} \right)$$

Nilai	Keterangan
$\eta_{11} < 0,70$	Sangat rendah
$0,70 \leq \eta_{11} < 0,80$	Rendah
$0,80 \leq \eta_{11} < 0,90$	Sedang
$0,90 \leq \eta_{11} < 0,99$	Tinggi
$0,99 \leq \eta_{11} < 1,00$	Sangat tinggi

Lampiran 20 Tabel Kesukaran

Responden	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	JML
U-01	4	3	3	4	4	4	4	2	5	1	34
U-02	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	12
U-03	3	3	2	4	5	4	4	3	5	5	38
U-04	3	2	2	4	4	4	2	3	1	1	26
U-05	3	1	1	3	1	5	2	2	1	1	20
U-06	2	2	2	3	4	5	2	2	1	1	24
U-07	3	3	2	3	3	5	2	2	2	1	26
U-08	3	3	2	2	3	4	2	3	1	1	24
U-09	3	4	4	4	5	5	4	3	5	5	42
U-10	1	3	3	4	4	5	4	3	3	1	31
U-11	3	4	2	4	4	5	4	3	5	5	39
U-12	2	4	3	5	5	4	4	2	5	5	39
U-13	1	4	3	4	4	2	2	2	2	1	25
U-14	4	3	4	4	3	5	4	3	5	5	40
U-15	4	4	3	3	4	4	4	4	5	5	40
U-16	2	4	2	4	4	5	4	2	4	1	32
U-17	3	4	4	3	5	5	4	4	5	5	42
U-18	3	1	2	4	4	2	2	1	1	1	21
U-19	3	4	2	4	5	5	4	2	4	1	34
U-20	1	1	2	3	1	4	2	3	1	1	19
U-21	3	4	3	4	5	5	2	2	5	1	34
U-22	2	3	4	4	3	4	4	4	4	1	33
U-23	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	11
U-24	1	1	3	1	1	3	2	3	1	1	17
U-25	3	4	3	5	4	5	4	4	5	5	42
U-26	4	4	3	5	5	4	4	3	5	5	42
U-27	1	1	2	4	4	3	2	2	1	1	21
U-28	2	3	3	3	5	4	4	3	1	1	29
U-29	2	4	2	4	4	4	2	3	1	1	27
U-30	2	2	1	3	1	4	2	2	1	1	19
Rata-rata skor	2,433333	2,833333	2,466667	3,466667	3,533333	4,033333	3	2,566667	2,9	2,2	
tiap 5											
skor maks	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
TK	0,486667	0,566667	0,493333	0,693333	0,706667	0,806667	0,6	0,513333	0,58	0,44	
Kriteria	SEDANG	SEDANG	SEDANG	SEDANG	MUDAH	MUDAH	SEDANG	SEDANG	SEDANG	SEDANG	

Lampiran 21 Daya Beda

Responden	S1	S2	S3	S4	S5						JML
U-09	3	4	4	4	5	5	4	3	5	5	42
U-26	4	4	3	5	5	4	4	3	5	5	42
U-25	3	4	3	5	4	5	4	4	5	5	42
U-17	3	4	4	3	5	5	4	4	5	5	42
U-15	4	4	3	3	4	4	4	4	5	5	40
U-14	4	3	4	4	3	5	4	3	5	5	40
U-12	2	4	3	5	5	4	4	2	5	5	39
U-11	3	4	2	4	4	5	4	3	5	5	39
U-03	3	3	2	4	5	4	4	3	5	5	38
U-21	3	4	3	4	5	5	2	2	5	1	34
U-19	3	4	2	4	5	5	4	2	4	1	34
U-01	4	3	3	4	4	4	4	2	5	1	34
U-22	2	3	4	4	3	4	4	4	4	1	33
U-16	2	4	2	4	4	5	4	2	4	1	32
U-10	1	3	3	4	4	5	4	3	3	1	31
U-28	2	3	3	3	5	4	4	3	1	1	29
U-29	2	4	2	4	4	4	2	3	1	1	27
U-07	3	3	2	3	3	5	2	2	2	1	26
U-04	3	2	2	4	4	4	2	3	1	1	26
U-13	1	4	3	4	4	2	2	2	2	1	25
U-08	3	3	2	2	3	4	2	3	1	1	24
U-06	2	2	2	3	4	5	2	2	1	1	24
U-27	1	1	2	4	4	3	2	2	1	1	21
U-18	3	1	2	4	4	2	2	1	1	1	21
U-05	3	1	1	3	1	5	2	2	1	1	20
U-30	2	2	1	3	1	4	2	2	1	1	19
U-20	1	1	2	3	1	4	2	3	1	1	19
U-24	1	1	3	1	1	3	2	3	1	1	17
U-02	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	12
U-23	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	11
ΣX	73	85	74	104	106	121	90	77	87	66	
SKOR MAKS	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
N*50%	15										
Σatas	2,933333	3,666667	3	4,066667	4,333333	4,6	3,866667	2,933333	4,666667	3,4	
Σbawah	1,933333	2	1,933333	2,866667	2,733333	3,466667	2,133333	2,2	1,133333	1	
DP	0,2	0,333333	0,213333	0,24	0,32	0,226667	0,346667	0,146667	0,706667	0,48	
KRITERIA	SEDANG	JELEK	BAIK	BAIK							

Lampiran 22 Rekap

No. Soal	Validitas		Reliabilitas		Tingkat Kesukaran		Daya Pembeda	
	Angka Validitas	Kriteria	Angka Reliabilitas	Kriteria	Angka TK	kriteria	Angka DP	Kriteria
1	0,662588213	tinggi	0,917972267	Sangat Tinggi	0,486666667	SEDANG	0,2	cukup
2	0,835879315	tinggi			0,566666667	SEDANG	0,333333333	cukup
3	0,706751228	tinggi			0,493333333	SEDANG	0,213333333	cukup
4	0,708170426	tinggi			0,693333333	SEDANG	0,24	cukup
5	0,757524903	tinggi			0,706666667	MUDAH	0,32	cukup
6	0,634670655	tinggi			0,806666667	MUDAH	0,226666667	cukup
7	0,834958546	tinggi			0,6	SEDANG	0,346666667	cukup
8	0,615177458	tinggi			0,513333333	SEDANG	0,146666667	buruk
9	0,908112808	tinggi			0,58	SEDANG	0,706666667	sangat baik
10	0,748136118	sangat tinggi			0,44	SEDANG	0,48	baik
Rata-rata	0,741196967	Tinggi			0,588666667	Sedang	0,321333333	Baik

Lampiran 23 Rekap Angket Respon Siswa

Kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jumlah	Mean
U-01	2	3	4	4	4	3	2	2	2	3	3	4	36	3
U-02	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	42	4
U-03	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	43	4
U-04	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	42	4
U-05	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	43	4
U-06	2	2	2	3	3	3	3	4	3	3	3	4	35	3
U-07	3	4	4	4	4	3	4	3	3	2	2	3	39	3
U-08	2	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	41	3
U-09	3	3	4	4	2	2	2	3	3	4	4	4	38	3
U-10	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	36	3
U-11	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	42	4
U-12	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	44	4
U-13	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	43	4
U-14	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44	4
U-15	2	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	41	3
U-16	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	42	4
U-17	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	43	4
U-18	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	41	3
U-19	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	44	4
U-20	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	41	3
U-21	2	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	39	3
U-22	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	42	4
U-23	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	46	4
U-24	3	2	2	3	3	4	4	3	3	4	3	4	38	3
U-25	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	44	4
U-26	4	2	3	3	4	4	4	2	3	3	2	3	37	3
U-27	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	42	4
U-28	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	33	3
U-29	3	4	4	4	2	2	3	2	2	3	2	2	33	3
U-30	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	42	4
U-31	3	4	4	3	3	3	4	3	3	2	2	3	37	3
U-32	2	2	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	41	3
U-33	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	43	4
Jumlah													111,4	
Mean													3,38	
Kepraktisan													84,41%	
Kategori													Sangat praktis	

Lampiran 24 Analisis Data Menggunakan SPSS

Uji Normalitas

Tests of Normality

kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
hasil_belajar	.153	33	.047	.964	33	.332
pretest_experiment	.188	33	.005	.940	33	.069
pretest_control	.146	33	.073	.953	33	.164
posttest_control	.146	33	.073	.943	33	.083

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
hasil_belajar				
Based on Mean	.100	1	64	.752
Based on Median	.194	1	64	.661
Based on Median and with adjusted df	.194	1	63.962	.661
Based on trimmed mean	.084	1	64	.773

Uji T-Test

```
T-TEST GROUPS=kelas(1 2)
/RESIDUALS=ANALYSIS
/VARIABLES=hasil_belajar
/CRITERIA=CI(.9500).
```

T-Test

[DataSet1]

Group Statistics

kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
hasil_belajar				
posttest_experiment	33	81.06	8.174	1.423
posttest_control	33	84.55	8.003	1.498

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	100	.752	7.995	64	.000	16.515	2.068	12.389	20.642	
Equal variances not assumed			7.995	63.833	.000	16.515	2.068	12.389	20.642	

Uji N-Gain

Descriptives

kelas			Statistic	Std. Error			
NGain_persen	experiment	Mean	62.7023	4.47994			
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound		53.5770		
			Upper Bound		71.8276		
		5% Trimmed Mean	65.0035				
		Median	71.4286				
		Variance	862.304				
		Std. Deviation	2.5735E1				
		Minimum	-14.29				
		Maximum	92.86				
		Range	107.14				
		Interquartile Range	25.08				
		Skewness	-1.435		.409		
		Kurtosis	1.987		.798		
		control	control		Mean	13.3495	6.45423
					95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	
Upper Bound	26.4963						
5% Trimmed Mean	15.1094						
Median	20.0000						
Variance	1.375E3						
Std. Deviation	3.7076E1						
Minimum	-80.00						
Maximum	73.33						
Range	153.33						
Interquartile Range	39.02						
Skewness	-.844			.409			
Kurtosis	.488			.798			

Lampiran 25 Dokumentasi Saat Penelitian

Kelas Kontrol



Siswa memahami bacaan



Siswa mengerjakan soal pretest



Kegiatan Inti : Peneliti menjelaskan Hukum Hooke dengan PBL



Siswa mengerjakan soal posttest

Kelas Eksperimen



Siswa mengerjakan soal pretest



Pembagian kelompok



Siswa mengambil data dan menganalisisnya



Siswa mempresentasikan hasil diskusi



Guru memberikan penguatan dan kesimpulan sebagai kegiatan penutup

Lampiran 26 Surat Keterangan Telah Melakukan Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KAB. KARANGANYAR
MADRASAH ALIYAH 2

Jl Raya Solo – Purwodadi Km 12 Gondangrejo 57773 Karanganyar
Telp (0271) 6812522 Email mangondangrejo@kemenag.go.id
Website : www.man2karanganyar.sch.id

SURAT KETERANGAN
NOMOR : 074/Ma.11.13.02/TL.00.6/01/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Dr. Sumiran, S. Pd., M. Pd
NIP	: 197110071997031005
Pangkat/Gol	: Pembina TK.I, IV/b
Jabatan	: Kepala MAN 2 Karanganyar

dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	: Ahmad Syarif Hidayatulloh
NIM	: 2008066016
Program Study	: Pendidikan Fisika
Universitas	: UIN Walisongo Semarang

Bahwa mahasiswa tersebut benar-benar telah melaksanakan Penelitian di MAN 2 Karanganyar Kabupaten Karanganyar Tahun 2024 dengan judul skripsi *"Implementasi Alat Praktikum Konstanta Pegas Berbasis IoT Dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa"*

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya dan guna seperlunya.

Karanganyar, 30 Januari 2024

Kepala
Sumiran

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Ahmad Syarif Hidayatuloh
2. TTL : Sragen, 11 Februari 2002
3. Alamat : Bojong RT 10 Hadiluwih
Sumberlawang Sragen
4. HP : 088227318878
5. E-mail : ahmadkijo07@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. MIN Hadiluwih
 - b. MTsN Sumberlawang
 - c. MAN 2 Karanganyar
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. Pondok Pesantren Fadhlul Fadhlan Semarang

Semarang, 20 Februari 2024

Peneliti,

Ahmad Syarif Hidayatuloh