

**IMPLEMENTASI *REAL LABORATORY* PRAKTIKUM
PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS *IOT (INTERNET OF
THINGS)* DAN APLIKASI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN
PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS XI MIPA**

SKRIPSI



Diajukan oleh:

NABILA FAUZIYAH

NIM : 1908066030

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nabila Fauziyah
Nim : 1908066030
Jurusan/Program Studi : Pendidikan Fisika

menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul :

**IMPLEMENTASI *REAL LABORATORY* PRAKTIKUM
PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS *IOT (INTERNET OF
THINGS)* DAN APLIKASI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN
PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS XI MIPA**

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

Semarang, 22 Desember 2022



Pernyataan

Nabila Fauziyah

NIM. 1908066030



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

Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **IMPLEMENTASI REAL LABORATORY PRAKTIKUM
PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS IOT (INTERNET OF
THING) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN
KONSEP SISWA KELAS XI MIPA**

Penulis : Nabila Fauziyah

NIM : 1908066030

Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Semarang, 22 Desember 2022

DEWAN PENGUJI

Penguji I

Istikomah, M.Sc.
NIP. 199011262019032021

Penguji III

Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc.
NIP. 198210092011011010

Pembimbing I

Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP. 197602142008011011

Penguji II

Agus Sudarmanto, M.Si
NIP. 197708232009121001

Penguji IV

Heni Sumarti, M.Si.
NIP. 198710112019032009

Pembimbing II

Agus Sudarmanto, M.Si
NIP. 197708232009121001

NOTA DINAS

Semarang, 16 Desember 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang
Assalamualaikum Wr. Wb.

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

Judul : IMPLEMENTASI *REAL LABORATORY* PRAKTIKUM
PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS *IOT (INTERNET OF THINGS)* DAN APLIKASI
ANDROID UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS XI MIPA

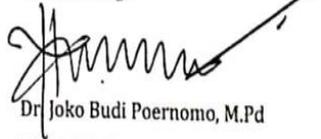
Nama : Nabila Fauziyah

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk dilanjutkan dalam sidang Munaqosyah.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Pembimbing I



Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd

NIP. 19760214 200801 1 011

NOTA DINAS

Semarang, 16 Desember 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang
Assalamualaikum Wr. Wb.

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

Judul : IMPLEMENTASI *REAL LABORATORY* PRAKTIKUM

PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS *IOT (INTERNET OF THINGS)* DAN APLIKASI
ANDROID UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS XI MIPA

Nama : Nabila Fauziah

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk dilanjutkan dalam sidang Munaqosyah.
Wassalamualaikum Wr. Wb.

Pembimbing II



Agus Sudarmanto, M.Si

NIP. 19770823 200912 1 001

ABSTRAK

Fisika merupakan salah satu subjek pendidikan sains yang memegang peranan penting dalam perkembangan sains dan teknologi. Penggunaan *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android dapat membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman konsep. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana peningkatan pemahaman konsep siswa yang menggunakan *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android pada materi pemuain zat padat. Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif dengan metode *quasy experiment* dan desain penelitian berupa *non equivalent control group design*. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Semarang dengan kelas XI MIPA 7 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 8 sebagai kelas kontrol. Hasil analisis uji N-Gain di kelas kontrol sebesar 0,44 yang artinya peningkatan hasil belajar masuk kategori “sedang”, sedangkan nilai uji N-Gain di kelas eksperimen 0,83 yang artinya peningkatan hasil belajar masuk kategori “tinggi”. Hasil analisis didapatkan perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, dengan rata-rata nilai kelas kontrol 57,2 sedangkan kelas eskperimen 87,7. Respons siswa selama pembelajaran menggunakan *real laboratory* praktikum pemuain zat padat dengan hasil $R_s = 84,1\%$ dengan kategori “Sangat Antusias”.

Kata Kunci : *real laboratory, praktikum, pemahaman konsep, IoT*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbi'l'alamin*, Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanallahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan ramhat, hiyadah, serta inayah-Nya. Shalawat serta salam saya haturkan kepada junjungan kita Rasulullah Nabi Muhammad Shalallahu 'alaihi wasallam, sehingga peneliti mampu menyelesaikan skripsi dengan judul "Implementasi *Real Laboratory* Praktikum Pemuaian Zat Padat Berbasis *IoT (Internet Of Things)* Dan Aplikasi Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI MIPA". Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika.

Peneliti menyadari bahwa penelitian skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, motivasi, dukungan, dan do'a. Maka dari itu, peneliti ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Imam Taufiz, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Ismail, 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 yang aktif

dalam memberikan bimbingan umum kepada mahasiswa angkatan 2019.

4. Irman Said Prastyo, M.Sc., selaku Wali Dosen yang telah memberikan dukungan dan arahan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
5. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing I dan Agus Sudarmanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta arahan dalam proses penyusunan skripsi ini dari awal hingga akhir.
6. Segenap Dosen Pendidikan Fisika dan staff Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membantu keberhasilan penyusunan skripsi ini.
7. Dr. Kusno, S.Pd., M.Si., selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Semarang yang telah memberikan izin penelitian di SMA Negeri 1 Semarang.
8. Sigit Priyatno, S.Pd., selaku Wakil Kurikulum SMA Negeri 1 Semarang yang telah membantu terlaksana penelitian di SMA Negeri 1 Semarang.
9. Anang Budiarmo, S.Pd., M.Pd., selaku guru Fisika SMA Negeri 1 Semarang yang telah memberikan arahan dan semangat sehingga penelitian berjalan dengan lancar.
10. Bapak Muh. Juwaini dan Ibu Nur Rofi'ah selaku orang tua peneliti yang telah memberikan do'a, kasih sayang,

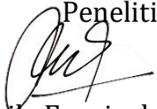
semangat, dukungan, fasilitas, dan perhatian yang tak terhingga.

11. KH. Ahmad Amnan Muqoddam dan Bu Nyai Hj. Rofiqotul Makiyyah, yang telah memberikan kasih sayang, motivasi, dan pelajaran baru setiap harinya, serta do'a dan keberkahan dari beliau yang selalu menyertai.
12. Ibu Erlina Noor Aini, S.Pd., selaku guru fisika MA NU Banat Kudus yang telah menjadi teladan saya sehingga menyukai fisika dan astronomi.
13. Kakak-kakakku (Azim Shofie dan Rochimul Umam) yang telah memberikan semangat dan fasilitas selama perkuliahan.
14. Teman-teman terbaikku Bocah Kentang (Erlita, Dewi, Isti), ciwi-ciwi UKM Saintek Sport 2019 (Anzalna, Qolby, Nafta, Adell, Marcella), dan Rizky A yang telah memberikan semangat, bantuan, dan support selama perkuliahan serta menemani dalam suka duka.
15. Segenap teman-teman di PPPTQ Al-Hikmah Tugurejo terkhusus keluarga kecil kamar Al-Mumtaz yang telah telah memberikan semangat, bantuan, dan support serta menemani dalam suka duka.
16. Semua temanku UKM Saintek Sport angkatan 2019 yang telah memberikan semangat, bantuan, dan support selama perkuliahan serta menemani dalam suka duka.

17. Segenap teman-teman PPL SMAN 1 Semarang 2022 yang telah memberikan semangat, bantuan, dan support selama perkuliahan serta menemani dalam suka duka.
18. Semua temanku dari jurusan Pendidikan Fisika 2019 khususnya kelas Pendidikan Fisika A yang telah memberikan banyak dukungan.
19. M Nurkholis Ramadhani yang telah memberikan bimbingan, semangat, support, dan bantuan.

Peneliti menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penelitian ini, sehingga peneliti membutuhkan kritik dan saran yang konstruktif demi kelengkapan penelitian ini. Harapan dan do'a peneliti, semoga apa yang telah diberikan (jasa, amal, dan dukungan) dapat menjadi ladang pahala di surga-Nya. Akhir kata semoga skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak dan dapat diambil hikmahnya. Aamiin Yaa Rabbal 'alamin.

Semarang, 16 Desember 2022

Peneliti

Nabifa Fauziyah

DAFTAR ISI

COVER.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
NOTA DINAS.....	vii
NOTA DINAS.....	ix
ABSTRAK.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Penelitian.....	10
F. Manfaat Penelitian.....	11
BAB II LANDASAN PUSTAKA.....	13
A. Kajian Teori.....	13
B. Kajian Penelitian Yang Relevan.....	35
C. Kerangka Berpikir.....	38
D. Hipotesis Penelitian.....	39
BAB III METODOLOGI.....	41
A. Desain Penelitian.....	41
B. Lokasi dan Waktu.....	43
C. Variabel Penelitian.....	44
D. Subjek Penelitian.....	44
E. Teknik Pengumpulan Data.....	45
F. Instrumen Penelitian.....	47
G. Teknik Analisis Data.....	50
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	63

A. Dekripsi Hasil Penelitian.....	63
B. Analisis Data Hasil Penelitian	64
C. Pembahasan.Analisis.Data.....	73
D. Keterbatasan Penelitian	81
BAB V PENUTUP	83
A. Kesimpulan.....	83
B. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	94
RIWAYAT HIDUP	179

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prototipe alat praktikum koefisien muai panjang	16
Gambar 2.2	Desain Alat	18
Gambar 2.3	Arsitektur umum dari IoT (Kumar et al, 2019)	21
Gambar 2.4	Menu utama aplikasi <i>Blynk</i>	23
Gambar 2.5	<i>Blynk Cloud Server</i>	24
Gambar 2.6	Pemuaian Panjang Benda	29
Gambar 2.7	Contoh pemuaian panjang	32
Gambar 2.8	Contoh pemuaian volume	33
Gambar 2.9	Diagram Alir Kerangka Pemikiran	39
Gambar 4.1	Grafik Hasil Angket Respons Siswa	72
Gambar 4.2	Rata-rata Nilai Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien muai panjang logam.....	31
Tabel 3.1 Desain <i>non equivalent control group design</i>	42
Tabel 3.2 Tabel kriteria penilaian angket respons siswa.....	50
Tabel 3.3 Klasifikasi indeks kesukaran soal.....	55
Tabel 3.4 Klasifikasi daya pembeda soal.....	56
Tabel 3.5 Kategori nilai <i>N-gain</i>	61
Tabel 3.6 Kriteria Penilaian Angket	62
Tabel 4.1 Hasil Uji Validitas Butir Soal Pilihan ganda	65
Tabel 4.2 Hasil Uji Validitas Butir Soal Uraian	65
Tabel 4.3 Hasil Uji Reliabilitas Menggunakan SPSS 25	66
Tabel 4.4 Hasil Uji Tingkat kesukaran Soal Pilihan Ganda.....	66
Tabel 4.5 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal Uraian.....	66
Tabel 4.6 Hasil Uji Daya Beda Soal Pilihan Ganda.....	67
Tabel 4.7 Hasil Uji Daya Beda Soal Uraian	67
Tabel 4.8 Hasil Uji Normalitas Pretest	68
Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas	69
Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Posttest.....	70
Tabel 4.11 Hasil Uji Homogenitas Posttest	71
Tabel 4.12 Hasil Uji N-Gain	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Hal
Lampiran 1	Hasil wawancara guru	95
Lampiran 2	Hasil wawancara siswa	98
Lampiran 3	Silabus fisika materi suhu dan kalor	99
Lampiran 4	RPP kelas kontrol	102
Lampiran 5	RPP kelas eksperimen	106
Lampiran 6	Nama siswa kelas kontrol	110
Lampiran 7	Nama siswa kelas eksperimen	111
Lampiran 8	Lembar validasi soal <i>pretest-posttest</i>	112
Lampiran 9	Soal uji coba <i>pretest-posttest</i>	117
Lampiran 10	Kisi-kisi soal <i>pretest-posttest</i>	128
Lampiran 11	Hasil uji coba soal <i>pretest-posttest</i>	132
Lampiran 12	Uji validitas soal uji coba	137
Lampiran 13	Uji reliabilitas soal uji coba	142
Lampiran 14	Uji tingkat kesukaran soal uji coba	143
Lampiran 15	Uji daya pembeda soal uji coba	146
Lampiran 16	Soal <i>pretest-posttest</i>	150
Lampiran 17	Hasil <i>pretest-posttest</i> kelas kontrol & kelas eksperimen	155
Lampiran 18	Lembar kisi-kisi dan angket respons siswa	157
Lampiran 19	Lembar validasi angket respons siswa	160
Lampiran 20	Lembar angket respons siswa	163
Lampiran 21	Uji normalitas <i>pretest-posttest</i>	164
Lampiran 22	Uji homogenitas <i>pretest-posttest</i>	164
Lampiran 23	Uji t-test <i>pretest-posttest</i>	165
Lampiran 24	Uji N-gain	166
Lampiran 25	LKPD	167
Lampiran 26	Surat penunjukan dosen pembimbing	175
Lampiran 27	Lembar pengesahan seminar proposal	176
Lampiran 28	Surat izin penelitian	177
Lampiran 29	Surat keterangan telah penelitian	179
Lampiran 30	Dokumentasi kegiatan penelitian	180

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan fondasi terpenting dalam memajukan dan mempertahankan suatu bangsa agar terwujudnya aspek kepribadian manusia ke arah kematangan serta kedewasaan baik dalam segi mental maupun emosional. Pendidikan menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2013 Tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 3,

“Pendidikan mempunyai peranan dalam mengembangkan kemampuan dan membentuk kepribadian serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab”.

Tujuan pendidikan meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik yang dapat diperoleh melalui proses pembelajaran.

Tujuan pembelajaran dapat tercapai melalui proses pembelajaran yang baik dengan pemilihan dan

penerapan metode pembelajaran yang tepat. Metode pembelajaran yang dapat diterapkan dalam proses pembelajaran fisika adalah metode ceramah, eksperimen, diskusi, dan tanya jawab. Metode eksperimen dalam proses pembelajaran fisika menuntut siswa untuk belajar mandiri dalam menemukan suatu konsep. Konsep yang ditemukan oleh siswa melalui kegiatan yang dialami secara langsung akan lebih tertanam secara kuat dalam diri mereka (Azka *et al.*, 2020).

Pemahaman konsep yang dimiliki siswa berpengaruh pada berhasil tidaknya siswa dalam proses pembelajaran fisika di kelas. Soal-soal terkait materi dapat diselesaikan oleh siswa dengan mudah saat kondisi pemahaman konsep siswa sudah benar (Permatasari, 2016). Tingkat pemahaman konsep dalam fisika adalah hal yang sangat penting bagi siswa. Konsep-konsep dasar harus disampaikan oleh guru dengan benar dan guru harus membantu siswa dalam menghubungkan antar konsep untuk mengurangi miskonsepsi yang dialami oleh siswa (Wahidah S. *et al.*, 2017).

Fisika merupakan salah satu topik pendidikan sains yang memiliki kontribusi penting pada kemajuan sains dan teknologi, sebab fisika merupakan ilmu yang mengulas gejala alam, mulai dari yang bersifat konkrit

sampai yang bersifat abstrak bahkan sebagian hanya berupa teori yang pembahasannya mengaitkan imajinasi ataupun keterkaitan gambaran yang kuat. Metode pembelajaran yang mengaitkan kegiatan partisipan siswa seperti metode eksperimen diperlukan pada proses kegiatan belajar mengajar fisika (Ulfah *et al.*, 2021).

Kemajuan ilmu fisika tidak dapat terlepas dari pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Pemanfaatan teknologi dalam bidang pendidikan telah memberikan dampak yang positif, terutama dalam hal meningkatkan kualitas dan kuantitas kegiatan pembelajaran. *IoT* mempunyai kemampuan dalam menunjang aktivitas kegiatan belajar mengajar dengan mengoptimalkan komunikasi serta interaktifitas baik antara orang dengan orang, orang dengan barang, ataupun barang dengan barang (A. F. Ritonga *et al.*, 2020).

Pesatnya perkembangan teknologi infromatika di era globalisasi ini sangat berpengaruh terhadap dunia pendidikan sebagai sarana pendukung pembelajaran, baik sebagai alat informasi maupun alat pembelajaran (Lestari, 2018). Pemakaian teknologi dilakukan “*to create exciting and creative learning environments where student teach and learn from each other, slove problems, and*

collaborate on project that put learning in real-world context" Makki & Makki (2012). Dunia pendidikan dituntut untuk senantiasa menyesuaikan perkembangan teknologi sebagai upaya peningkatan mutu pendidikan salah satunya pemanfaatan teknologi dalam pembuatan alat praktikum fisika (Ekayana *et al.*, 2013). Pemanfaatan teknologi juga telah dijelaskan dalam al-Qur'an Surat AL-Anbiyaa ayat 80. Allah SWT berfirman dalam ayat tersebut:

وَعَلَّمْنَاهُ صَنْعَةَ لَبُوسٍ لَكُمْ لِتُحْصِنَكُمْ مِنْ بَأْسِكُمْ فَهَلْ أَنْتُمْ شَاكِرُونَ

Artinya : *"dan telah kami ajarkan kepada Daud membuat besi untuk kamu, guna memelihara kamu dalam peperanganmu....."*.

Ayat tersebut dalam kitab Al-Qurthubi ditafsirkan sebagai dasar mengenai upaya pembuatan alat-alat dan sebab pembuatannya. Ayat tersebut juga memiliki makna dengan adanya perkembangan teknologi, islam menganjurkan umatnya untuk membuat atau menggunakan alat yang dapat mempermudah pekerjaan dalam segala bidang (Al-Qurthubi, 2009). Teknologi informatika telah berkembang dengan sangat pesat sehingga menghasilkan berbagai perangkat elektronik yang saling berhubungan dan bertukar informasi secara

cepat, mudah, dan efisien untuk membantu kehidupan manusia melalui jaringan internet, seperti mikrokontroler dan *IoT* (Kause, 2019).

Mikrokontroler merupakan sebuah program komputer yang mayoritas komponennya dikemas dalam satu *chip* IC. Teknologi di masa ini tidak dapat terbebas dari pemakaian mikrokontroler, sensor, serta transduser sebab mikrokontroler mempunyai profit berupa alat ukur otomatis yang telah digital dengan layar LCD sebagai tampilannya (Jayanti et al., 2020). *Internet of things (IoT)* ialah suatu program dengan sebuah objek yang mempunyai daya untuk mengirimkan informasi melewati jaringan internet tanpa memakai dukungan peranti komputer dan manusia. (Ramadhani, 2021).

Pemakaian smartphone di golongan siswa tidak hanya terbatas untuk bermain game, chatting, serta streaming tetapi dapat dipakai untuk mencari materi pelajaran. Siswa sudah menggunakan sarana IoT secara tidak langsung pada prosedur pembelajaran. Pemakaian IoT pada metode pembelajaran butuh menemukan pancaran lebih dari pengajar ataupun guru (Muchlis et al., 2018). Pengembangan media pembelajaran pada praktikum fisika materi pemuaian dapat memanfaatkan *IoT* dan mikrokontroler, sehingga walaupun praktikan

tidak berada di sekolah kegiatan praktikum masih bisa dilaksanakan.

Penggunaan alat praktikum dapat menjelaskan, menunjukkan, dan membuktikan konsep-konsep atau gejala-gejala yang sedang dipelajari (F. Ritonga & Turnip, 2018). Pemanfaatan alat praktikum berbasis *IoT* dan aplikasi android ini diharapkan bisa membantu siswa dan guru dalam proses pembelajaran fisika terutama di materi pemuaiian sehingga penyampaian konsep menjadi lebih bermakna dan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep yang dipelajari.

Musschenbroek adalah set alat yang digunakan untuk menghitung nilai dari koefisien muai panjang suatu logam. Namun *Musschenbroek* masih menggunakan alat ukur manual seperti mistar dan termometer, sehingga jika tidak teliti dalam menggunakannya hasil datanya akan memiliki tingkat ketelitian atau kebenaran yang kecil (Diatri, 2020).

Beberapa kelebihan dari *real laboratory* praktikum pemuaiian zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android yaitu; penggunaannya relatif lebih mudah karena menggunakan *smartphone*, praktikum tetap bisa dilaksanakan meskipun praktikan berada di luar sekolah; lebih fleksibel karena dapat digunakan dalam dua opsi

pelaksanaan yaitu secara *online* ataupun *offline*; menggunakan mikrokontroler nodemcu yang dapat terhubung dengan internet, sehingga dapat di akses apabila praktikan terhubung dengan wifi; menggunakan sensor-sensor untuk mendapatkan data yang diperlukan serta memiliki ketelitian yang tinggi dibanding alat ukur konvensional; alat ini akurat untuk digunakan sebagai alat praktikum keofisien muai panjang.

Berdasarkan hasil penelitian Dahlia (2019) menjelaskan bahwa pengembangan alat peraga berbasis Arduino Uno (Atmega328) merupakan alat yang akurat dan layak digunakan sebagai alat praktikum, karena memiliki nilai error yang didapatkan berada di bawah standarisasi nilai secara teori yang telah ditentukan. Materi yang digunakan peneliti dalam implementasi *Real Laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android adalah materi Suhu dan Kalor dalam subbab Pemuai zat padat.

Penelitian ini dilaksanakan di kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Semarang. Alasan peneliti memilih sekolah ini karena adanya permasalahan yang dihadapi oleh guru di sekolah tersebut yaitu guru fisika masih menggunakan pembelajaran metode ceramah dan diskusi serta belum adanya alat praktikum untuk materi Suhu dan Kalor,

sehingga siswa tidak dapat melihat fenomena pemuaiian secara langsung serta hasil belajar siswa yang rendah.

Terjadinya *human error* dapat diminimalisir menggunakan alat *real laboratory* praktikum pemuaiian zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android. Alat ini merupakan pengembangan dari alat praktikum *Musschenbroek* Ramadhani (2021). Penelitian yang dilakukan saat ini adalah mengimplementasikan alat *real laboratory* praktikum pemuaiian zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android ke sekolah dengan harapan dapat membantu peningkatan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan di SMA Negeri 1 Semarang dan uraian yang dipaparkan tersebut, maka melakukan penelitian tentang implementasi *real laboratory* praktikum pemuaiian zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang dipaparkan, ada sebagian permasalahan yang berkaitan dengan penelitian ini. Permasalahan tersebut diidentifikasi sebagai berikut:

- a. Materi pemuai zat padat merupakan materi yang membutuhkan kegiatan praktikum.
- b. SMA Negeri 1 Semarang belum memiliki alat praktikum pemuai zat padat.
- c. *Musschenbroek* masih menggunakan alat ukur manual seperti mistar dan termometer.
- d. Guru Fisika SMA Negeri 1 Semarang menggunakan pembelajaran metode ceramah untuk beberapa materi.

C. Batasan Masalah

Peneliti membatasi penelitian pada beberapa masalah agar penelitian tersebut lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian akan tercapai, yaitu :

- a. Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Semarang.
- b. Penelitian dilakukan pada tahun ajaran 2022/2023 di semester gasal.
- c. Penelitian ini berfokus pada *real laboratory* berbasis IoT dan aplikasi android terhadap pemahaman konsep siswa pada materi pemuai zat padat di SMA Negeri 1 Semarang.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah

- a. Apakah penggunaan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis IoT dan aplikasi android dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA?
- b. Bagaimana respons siswa terhadap *real laboratory* berbasis IoT dan aplikasi android pada materi zat padat?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah penelitian yang sudah dirumuskan, maka tujuan penelitian implementasi *real laboratory* praktikum zat padat berbasis IoT dan aplikasi android, yaitu :

- a. Untuk menganalisis peningkatan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA setelah menggunakan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis IoT dan aplikasi android.
- b. Untuk mengetahui respons siswa terhadap *real laboratory* berbasis IoT dan aplikasi android pada materi pemuai zat padat.

F. Manfaat Penelitian

Diharapkan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terlibat, antara lain :

- a. Bagi Guru, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dan pertimbangan dalam menentukan media yang digunakan dalam praktikum materi pemuai zat padat.
- b. Bagi siswa, dapat meningkatkan daya pemahaman peserta didik dalam materi pemuai zat padat serta memudahkan peserta didik dalam belajar karena mengamati fenomena pemuai panjang.
- c. Bagi Peneliti, dapat mengetahui seberapa besar pengaruh *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi pemuai zat padat.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran Fisika

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu IPA yang mengkaji gejala alam dari segi materi dan energinya melalui serangkaian proses atau kegiatan ilmiah. Kegiatan ilmiah tersebut meliputi melakukan pengamatan, merumuskan masalah, membuat hipotesis, melakukan eksperimen, menarik kesimpulan serta menemukan teori dan konsep (Trianto, 2012). Fisika menurut Mundilarto(2010) merupakan ilmu dasar yang mempunyai karakter meliputi bangun ilmu yang terdiri dari hakikat, teori, prinsip, hukum, postulat, prinsip, serta metodologi keilmuan.

Karakteristik dari fisika dijadikan pertimbangan dalam merencanakan proses pembelajaran. Pembelajaran akan lebih baik saat siswa melakukan kegiatan belajar secara langsung, sehingga pembelajaran tidak bersifat verbalistik (Sardiman, 2010). Guru membutuhkan metode pembelajaran yang menjadikan siswa terlibat lebih aktif dalam pembelajaran serta mampu melatih

siswa guna menemukan pengetahuan baru secara mandiri, yaitu dengan metode eksperimen atau kegiatan praktikum (Muthmainnah et al., 2017).

Metode eksperimen menurut Zakiyah *et al.*, (2019) merupakan salah satu cara untuk memfasilitasi siswa melakukan percobaan mengenai suatu hasil, mengamati proses, dan menuliskan hasil percobaan. Hastuti & Hidayati (2018) menyatakan bahwa metode eksperimen adalah Metode yang dilakukan secara individu atau kelompok untuk dilatih melakukan suatu proses atau percobaan. Berdasarkan kedua pendapat tersebut dapat dikatakan metode penelitian merupakan suatu metode kegiatan belajar mengajar yang membagikan peluang pada siswa guna melaksanakan aktivitas eksplorasi lingkungan dan melaksanakan percobaan untuk mencermati fenomena terkait materi yang dipelajari.

Metode eksperimen dapat meningkatkan rasa percaya diri atas kebenaran berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dibandingkan hanya menerima penjelasan guru atau buku saja (Sagala, 2005). Metode eksperimen didukung beberapa asas-asas ditaktik modern, seperti siswa terhindar dari verbalisme, siswa memperkaya pengalaman dengan

hal-hal yang bersifat objektif dan realistis, meningkatkan sikap berpikir ilmiah, serta siswa belajar dengan mengamati sendiri proses atau fenomena (Nurjanah *et al.*, 2021).

2. Real Laboratory Berbasis IoT dan Aplikasi Android

a. Alat Peraga Koefisien Muai Panjang Berbantuan Arduino

Alat praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android (Gambar 2.1) merupakan pengembangan dari alat peraga *Musschenbroek*. *Musschenbroek* adalah alat yang digunakan untuk menghitung nilai dari koefisien muai panjang suatu logam. *Musschenbroek* masih menggunakan alat konvensional seperti mistar dan termometer, sehingga jika tidak teliti dalam menggunakannya hasil datanya akan memiliki tingkat ketelitian atau kebenaran yang kecil (Diatri, 2020).

Real Laboratory Praktikum Pemuai Zat Padat Berbasis *IoT* Dan Aplikasi Android dikembangkan guna meminimalisir terjadinya *human error*. Alat ini merupakan pengembangan

dari alat praktikum *Musschenbroek* (Ramadhani, 2021).

Alat ini menggunakan bantuan mikrokontroler NodeMCU yang merupakan sebuah board dengan kemampuan dapat terkoneksi dengan internet.



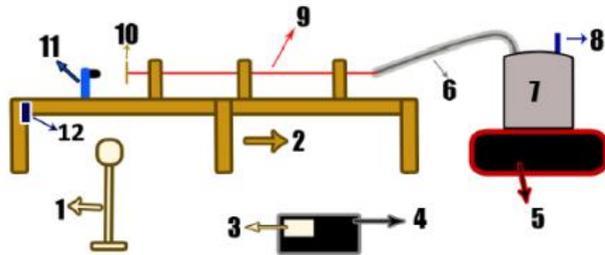
Gambar 2.1 Prototipe alat praktikum koefisien muai panjang

NodeMCU ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang dirancang dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wi-Fi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wi-Fi. NodeMCU didasarkan pada bahasa pemrograman Lua tetapi juga dapat menggunakan Arduino IDE untuk pemrogramannya (Alamsyah & Chaniago, 2020).

Alat *Real Laboratory* Praktikum Pemuatan Zat Padat Berbasis *IoT* Dan Aplikasi Android dilengkapi sensor DHT11 untuk mengukur suhu ruangan, untuk mengukur perubahan suhu uap air menggunakan sensor *thermocouple type-k*, sensor ultrasonik HC-SR04 guna mengukur pertambahan panjang logam. Nilai hasil proses inialisasi data dari mikrokontroler arduino uno akan dikirim kepada display OLED.

OLED (*Organic Light Emiting Diodes*) merupakan rangkaian dioda pemancar cahaya organik kecil dari industri layar panel datar komersial menggantikan sumber cahaya laser, dan susunan fotodioda menggantikan kamera digital cahaya rendah. Konfigurasi berbasis teknologi layar OLED dirancang untuk menghilangkan kebutuhan optik pembesar dengan mengapit lapisan biorecognition fluoresen langsung di antara emitor OLED dan fotodioda (Katchman *et al.*, 2016).

b. Spesifikasi Alat



Gambar 2.2 Desain Alat

Penjelasan desain alat *real laboratory* praktikum pemuaian zat padat pada gambar 2.2 adalah:

1. Kamera, digunakan untuk memantau alat praktikum selama proses praktikum
2. Kerangka yang terbuat dari kayu digunakan sebagai peletakan sensor HC-SR04 dengan logam.
3. OLED, komponen yang berguna sebagai *display* guna menampilkan hasil data yang didapatkan selama proses praktikum, berupa nilai koefisien muai panjang, perubahan suhu pada panci, dan perubahan panjang logam aluminium ketika suhu air naik.
4. *Box* alat, wadah untuk menyimpan mikrokontroler dan komponen lainnya agar aman dan tidak tersentuh oleh praktikan.

5. Kompor listrik digunakan untuk memanaskan air dalam panci yang menghasilkan uap panas sehingga dapat menjadikan logam aluminium berekspansi. Kompor listrik ini dihubungkan dengan *relay* yang berfungsi sebagai saklar dan dikontrol melalui aplikasi *blynk*.
6. Selang tahan panas berfungsi untuk menyalurkan uap panas dari ketel ke logam.
7. Panci sebagai tempat air yang dipanaskan menggunakan kompor listrik.
8. Sensor *Thermocouple Type-K* untuk mengukur perubahan suhu uap air pada panci, data perubahan suhu uap air dikirim dan diproses ke NodeMCU kemudian tertampil di OLED dan aplikasi *blynk*.
9. Logam aluminium sebagai sampel pada praktikum ini, logam yang dipakai berbentuk pipa kecil sepanjang 30 cm.
10. Kayu tripleks sebagai pemantul bunyi ultrasonik yang dihasilkan sensor HC-SR04 dipasang di ujung aluminium.
11. Sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur perubahan panjang logam aluminium saat menerima uap panas.

12. Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu ruangan yang nantinya sebagai T_0 .

(Ramadhani, 2021)

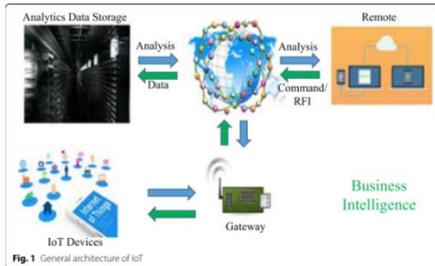
c. *Internet Of Things (IoT)*

Internet of things (IoT) dapat didefinisikan interaksi segala aktifitas yang memanfaatkan internet, seperti *e-learning*, *e-commerce*, pemesanan tiket online, dan *GPS tracking*. Menurut (Kusumaningrum et al., 2017) *IoT* merupakan suatu prasarana jaringan global, yang menyatukan objek- objek fisik dengan objek virtual melewati pemanfaatan *data capture* serta kemampuan komunikasi menggunakan sensor dan koneksi sebagai pengembangan layanan. (Efendi, 2018) menyatakan bahwa :

“Internet Of Things atau *IoT* adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung”.

Konsep kerja *IoT* mengacu pada 3 elemen utama yaitu 1) barang fisik yang dilengkapi modul *IoT*, 2) piranti koneksi ke internet seperti modem dan *Router Wireless*

Speedy, dan 3) *cloud data center* tempat menyimpan aplikasi beserta *data base*, seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Arsitektur umum dari IoT (Kumar et al., 2019)

Teknologi *IoT* telah memainkan peran penting dalam kemajuan proses pembelajaran. Keterbatasan seperti kurangnya media pembelajaran eksperimen atau media visual dapat diatasi dengan menggunakan *IoT* (Liana et al., 2020). *IoT* dalam dunia pendidikan tidak hanya membawa perubahan model pembelajaran, tetapi juga membawa perubahan infrastruktur. Beberapa sekolah menambahkan sistem *IoT* untuk mempermudah proses pembelajaran, seperti menggunakan RFID untuk absensi atau *Learning Management System* untuk mengunggah materi dan tugas (Fauzan et al., 2022).

a. **Blynk**

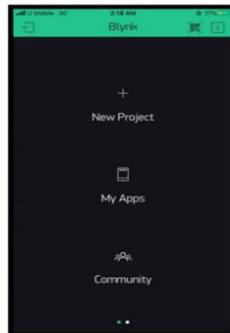
Blynk merupakan platform untuk android atau iOS yang digunakan untuk mengontrol *module arduino*, *Rasbery Pi*, *wemos* dan *module* lainnya melalui internet. Menurut (Roy *et al.*, 2018) bahwa *Software Blynk*,

“Blynk is not tied to some specific board or shield. Blynk was designed for the Internet of Things. It can control hardware remotely from any part of the world, it can display sensor data, and it can store data, visualize it and do many other cool things”

Blynk application merupakan penyokong *IoT* yang dapat diunduh melalui *google play* untuk pengguna android dan *App Store* bagi pengguna *iOS*. *Blynk* mendukung berbagai macam *hadrware* yang dapat digunakan sebagai *project IoT* (Harir *et al.*, 2019). *Blynk* tidak hanya sebagai “*Cloud IoT*”, namun *Blynk* juga sebagai solusi *end-to-end* yang efisien terhadap waktu serta sumber daya ketika membuat sebuah prototipe yang berguna bagi produk dan jasa terkoneksi (Andrianto, 2019). *Blynk* memiliki 3 komponen utama yaitu *Blynk Apps*, *Blynk Server*, dan *Blynk Library*.

1) *Blynk Apps*

Blynk Apps memungkinkan untuk menciptakan *project interface* dengan bermacam bagian *input-output* yang mensupport untuk pengiriman serta penerimaan data dan menyampaikan data sesuai dengan bagian yang diseleksi. 4 jenis kategori komponen yang terdapat dalam *Blynk Apps* yaitu *Controller*, *Display*, *Notification*, dan *Interface* ditunjukkan pada gambar 2.4 (Wibisono Darmawan *et al.*, 2020).

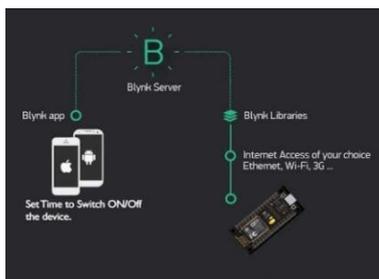


Gambar 2.4 Menu utama aplikasi *Blynk*

2) *Blynk Server*

Blynk Server adalah fitur *server* yang diberikan oleh aplikasi *blynk* dengan berbantuan *cloud* yang bersifat *open source* guna mengontrol komunikasi aplikasi dengan

hardware yang diakses, sesuai dengan skema pada gambar 2.5 (Rukmini & Divya Sree, 2018).



Gambar 2.5 *Blynk Cloud Server*

3) *Blynk Library*

Wibisono Darmawan *et al.*, (2020) menulis bahwa *Blynk library* bisa digunakan untuk menunjang pengembangan *code*. *Blynk library* terdapat dalam banyak program perangkat keras sehingga mempermudah para *developer IoT* dengan fleksibilitas perangkat keras yang dibantu oleh lingkungan *blynk*.

2. Pemahaman Konsep

Pemahaman merupakan keterampilan siswa untuk menguraikan atau menerangkan suatu kegiatan yang dilakukan dengan menggunakan kata-katanya sendiri. Menurut Hulse, Egeth, dan Deese (1980) mendefinisikan konsep sebagai sekumpulan karakter yang dihubungkan melalui aturan-aturan tertentu. Konsep menggambarkan landasan untuk

cara psikologis yang lebih tinggi dalam merumuskan prinsip serta abstraksi. Siswa harus mengetahui hal-hal relevan yang didasarkan pada konsep-konsep yang didapatkan saat memecahkan suatu masalah,. Pemahaman konsep menurut Wahyuni *et al.* (2019) merupakan metode dalam menguasai suatu hal abstrak dimana kondisi yang mungkin dicoba seseorang untuk menggolongkan suatu peristiwa dan objek.

Pemahaman konsep merupakan hal penting agar siswa dapat memahami dan memaknai ilmu pengetahuan dengan benar dan sesuai, serta siswa akan memiliki persiapan konsep dalam menghadapi suatu permasalahan saat proses pembelajaran terjadi. Siswa dalam memahami konsep tidak hanya sebatas mengenal namun siswa juga harus menghubungkan satu konsep dengan konsep lainnya (Hamdani *et al.*, 2012).

Peraturan Dirjen Dikdasmen Depdiknas No 506/C/PP/2004 tanggal 11 November 2004 dalam (Purwaningsih K & Hidayah, 2017), indikator pemahaman konsep yaitu:

- (1) Menyatakan ulang sebuah konsep;
- (2) Mengklasifikasikan objek menurut sifat-sifat tertentu sesuai konsepnya;

- (3) Memberi contoh dan bukan contoh dari konsep;
- (4) Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis;
- (5) Mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup dari suatu konsep;
- (6) Menggunakan, memanfaatkan dan memilih prosedur atau operasi tertentu;
- (7) Mengaplikasikan konsep atau algoritma ke pemecahan masalah.

3. Konsepsi Pemuaian Zat Padat

a. Perpindahan Kalor

Kalor merupakan energi yang berpindah karena adanya perubahan suhu (Giancoli, 2014). Kalor adalah kuantitas atau jumlah panas yang diserap atau dilepaskan oleh suatu benda (Young & Freedman, 2002). Pemuaian adalah fenomena yang berhubungan langsung dengan suhu dan kalor. Setiap benda akan memuai jika semakin besar kalor yang diberikan maka semakin besar kenaikan suhunya. Pemuaian terjadi ke segala arah, baik ke arah panjang, lebar, tinggi, luas, maupun volume (Abdullah, 2016). Perpindahan kalor juga dijelaskan dalam QS. Al-Kahfi (96) yang berbunyi,

أَتُونِي زُبَرَ الْحَدِيدِ حَتَّىٰ إِذَا سَاوَىٰ بَيْنَ الصَّدَفَيْنِ قَالَ انْفُخُوا حَتَّىٰ إِذَا
جَعَلَهُ نَارًا قَالَ أَتُونِي أُفْرِغَ عَلَيْهِ قَطْرًا ۝

Artinya : “Berilah aku potongan-potongan besi hingga apabila besi itu telah sama rata dengan kedua (puncak) gunung itu, berkatalah Zulkarnain: Tiuplah (api itu).....

Ridwan Abdullah Sani (2015:233) menjelaskan bahwa Ayat ini memiliki hubungan dengan isyarat ilmiah mengenai perpindahan panas yaitu pada kata *afriqh ‘alaihi qithran* yang berarti berilah aku tembaga (yang mendidih) agar kutuangkan ke atasnya (besi panas itu), karena tembaga yang meleleh memiliki panas yang akan berpindah ke besi. Ayat tersebut menjelaskan mengenai langkah-langkah menyambung dua macam logam, yaitu dengan memanaskan kedua logam agar menyatu dengan baik. Pemanasan dilakukan agar logam memuai atau bertambah panjang.

QS. Ar-Rad ayat 17 juga menjelaskan tentang peristiwa perubahan zat,

أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَهُۥ بِقَدَرِهَا فَاحْتَمَلَ السَّيْلُ زَبَدًا رَابِيًا ۚ وَمِمَّا
يُوَفِّدُونَ عَلَيْهِ فِي النَّارِ ابْتِغَاءَ جَلِيٍّ أَوْ مَتَاعٍ زَبَدٌ مِّثْلَهُ ۗ كَذَٰلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ
الْحَقَّ وَالْبَاطِلَ ۗ فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاءً ۖ وَأَمَّا مَا يَنْفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي
الْأَرْضِ ۗ كَذَٰلِكَ يَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ ۗ

Artinya : *"Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah air di lembah-lembah menurut ukurannya, maka arus itu membawa buih yang mengembang. Dan dari apa (logam) yang mereka lebur dalam api untuk membuat perhiasan atau alat-alat, ada (pula) buihnya seperti buih arus itu. Demikianlah Allah membuat perumpamaan (bagi) yang benar dan yang batil. Adapun buih itu, akan hilang sebagai sesuatu yang tak ada harganya; adapun yang memberi manfaat kepada manusia, maka ia tetap di bumi. Demikianlah Allah membuat perumpamaan-perumpamaan." QS Ar-Rad 17.*

QS Ar-Rad 17 dijelaskan pada tafsir kemenag bahwa hujan merupakan insiden kewenangan Allah swt yang sudah diatur oleh- Nya. Fenomena alam adalah salah satu bukti dari Allah SWT, untuk itu manusia juga harus tunduk kepadanya dan mentaati aturan serta hukum- hukum alam yang sudah dibuat- Nya.

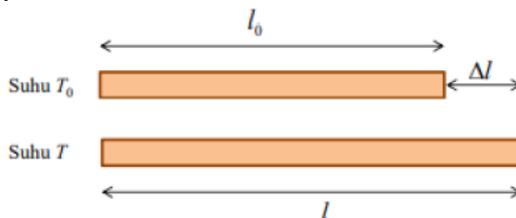
b. Pemuaiian

Sebagian besar zat memuai saat dipanaskan dan menyusut saat didinginkan. Jumlah ekspansi atau kontraksi suatu benda bervariasi, tergantung pada bahannya (Giancoli, 2014).

Pemuaian termal mempunyai peran penting dalam aplikasi teknik, seperti sambungan-sambungan yang digunakan pada beton jalan, rel kereta api, jendela kaca, jembatan, dan dinding batu bata untuk mengimbangi perubahan dimensi yang terjadi ketika ada perubahan suhu. Pemuaian termal adalah konsekuensi dari perubahan jarak rata-rata antar atom dalam sebuah benda (Serway & Jewett, 2004).

1) Pemuaian panjang

Pemuaian panjang yang terjadi relatif kecil terhadap ukuran awal benda, perubahan yang terjadi pada semua dimensi, sampai suatu aproksimasi yang cukup baik adalah sebanding dengan pangkat satu dari perubahan suhunya. Misalkan, pada suhu T_0 terdapat sebuah logam dengan panjang mula-mula l_0 dipanaskan sampai suhu T , panjang logam akan bertambah dan menjadi l sesuai dengan gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pemuaian Panjang Benda

Koefisien muai panjang (α) suatu bahan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang zat (Δl) terhadap panjang mula-mula zat (l_0) dengan kenaikan suhu sebesar satu satuan suhu (T). atau secara sistematis dapat dituliskan pada persamaan 2.1.

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta T} \quad (2.1)$$

Eksperimen menunjukkan bahwa α selalu konstan untuk perubahan suhu yang kecil. Menggunakan persamaan 2.1, diperoleh juga panjang total l_t seperti yang dinyatakan oleh persamaan 2.2.

$$\begin{aligned} \Delta l &= \alpha l_0 \Delta T \\ \Delta l &= l_t - l_0 \\ l_t - l_0 &= \alpha l_0 \Delta T \\ l_t &= l_0 + \alpha l_0 \Delta T \\ l_t &= l_0 (1 + \alpha \Delta T) \end{aligned} \quad (2.2)$$

Keterangan,

l_t	= Panjang benda saat dipanaskan (m)
l_0	= Panjang benda mula-mula (m)
α	= Koefisien muai panjang ($/^{\circ}\text{C}$)
ΔT	= Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Tabel 2.1 adalah daftar koefisien muai panjang rata-rata untuk berbagai bahan. Konstanta α untuk bahan-bahan ini adalah positif, yang menunjukkan penambahan panjang ketika terjadi kenaikan suhu.

Tabel 2.1 Koefisien muai panjang logam

Zat	Koefisien Muai Panjang ($/^{\circ}\text{C}$)	Zat	Koefisien Muai Panjang ($/^{\circ}\text{C}$)
Aluminium	24×10^{-6}	Baja atau Besi	11×10^{-6}
Kuningan	19×10^{-6}	Invar	$0,9 \times 10^{-6}$
Perunggu	19×10^{-6}	Kaca (pyrex)	$3,2 \times 10^{-6}$
Tembaga	17×10^{-6}	Timah Hitam	29×10^{-6}
Kaca (biasa)	9×10^{-6}		

2) Pemuaian luas

Benda padat juga mengalami pemuaian luas. Pemuaian luas suatu benda bergantung pada nilai koefisien muai luas (β). Koefisien muai luas didefinisikan sebagai perbandingan pertambahan luas benda (ΔA) terhadap luas mula-mula (A_0) tiap kenaikan suhu (ΔT) sesuai dengan persamaan 2.3.

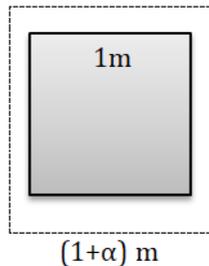
$$\beta = \frac{\Delta A}{A_0 \Delta T} \quad (2.3)$$

Menggunakan persamaan 2.3, diperoleh luas total A_t seperti yang dinyatakan persamaan 2.4.

$$\begin{aligned}\Delta A &= A_t - A_0 \\ A_t - A_0 &= \beta A_0 \Delta T \\ A_t &= A_0 + \beta A_0 \Delta T \\ A_t &= A_0(1 + \beta \Delta T)\end{aligned}\quad (2.4)$$

Keterangan,

A_t	= Luas benda dipanaskan (m)
A_0	= Luas benda mula-mula (m)
β	= Koefisien muai luas ($/^{\circ}\text{C}$)
ΔT	= Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)



Gambar 2.7 Contoh pemuaian panjang

Koefisien muai luas dan koefisien muai panjang memiliki hubungan. Misalkan, ketika benda padat berbentuk segi empat sesuai dengan gambar 2.7 dipanaskan, terjadi pemuaian arah memanjang dan arah melebar. Suatu persegi dengan sisi 1m dipanaskan sampai suhunya naik 1K. setelah dipanaskan,

sisi persegi bertambah menjadi $(1 + \alpha) m$, dengan α adalah koefisien muai panjang.

Luas mula-mula persegi $A_0 = 1 \text{ m}^2$

Luas akhir persegi $A = 1 + 2\alpha + \alpha^2$

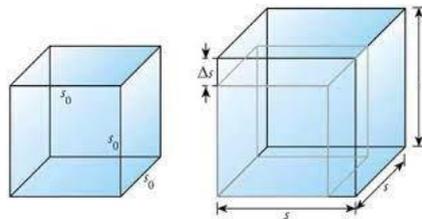
Nilai koefisien muai panjang (α) yang sangat kecil, ordernya 10^{-6} , maka α^2 dapat diabaikan terhadap 2α , sehingga diperoleh hubungan antara koefisien muai luas (β) dan koefisien muai panjang (α) sesuai persamaan 2.5.

$$\beta = 2\alpha \quad (2.5)$$

(Serway & Jewett, 2004)

3) Pemuai volume

Benda padat berbentuk balok saat dipanaskan akan terjadi pemuai volume dalam arah panjang, lebar, dan tinggi atau bisa dikatakan balok tersebut mengalami pemuai volume seperti pada gambar 2.8. Pemuai volume suatu benda bergantung pada koefisien muai volume.



Gambar 2.8 Contoh pemuai volume

Koefisien muai volume (γ) suatu bahan didefinisikan sebagai perbandingan pertambahan volume benda (ΔV) terhadap volume awal benda (V_0) persatuan kenaikan suhu (ΔT), dapat dilihat pada persamaan 2.6.

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T} \\ &= \frac{\frac{\Delta V}{V_0}}{\Delta T}\end{aligned}\quad (2.6)$$

Keterangan,

- ΔV : Selisih volume benda (m^3)
 ΔT : Selisih suhu awal dan suhu akhir benda ($^{\circ}\text{C}$)
 V_0 : Volume benda mula-mula (m^3)

Menggunakan persamaan 2.6, diperoleh volume total V_t , sesuai persamaan 2.7.

$$V_t = V_0(1 + \gamma\Delta T) \quad (2.7)$$

Koefisien muai volume dengan koefisien muai panjang memiliki hubungan, contoh suatu benda dengan panjang sisi 1m dipanaskan sampai suhunya naik 1K. Kenaikan suhu ini menjadikan volume benda berubah menjadi $(1+\alpha)^3 \text{ m}^3$, dengan α adalah koefisien muai panjang.

Volume mula-mula benda $V_0 = 1\text{m}^3$

Volume akhir benda $V_t = 1 + 3\alpha + 3\alpha^2 + \alpha^3$

Pertambahan volume persegi dapat dilihat pada persamaan 2.8,

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_t - V_0 \\ &= (1 + 3\alpha + 3\alpha^2 + \alpha^3) - 1 \\ &= 3\alpha + 3\alpha^2 + \alpha^3\end{aligned}\quad (2.8)$$

Selanjutnya diperoleh koefisien muai volume, sesuai persamaan 2.9.

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{\frac{\Delta V}{V_0}}{\Delta T} \\ &= \frac{\frac{3\alpha + 3\alpha^2 + \alpha^3}{1}}{1} \\ &= 3\alpha + 3\alpha^2 + \alpha^3\end{aligned}\quad (2.9)$$

Kecilnya nilai koefisien muai panjang (α), pada order 10^{-6} , maka α^3 dan $3\alpha^2$ dapat diabaikan terhadap 3α , sehingga didapatkan hubungan antara koefisien muai panjang (α) dan koefisien muai volume (γ) sesuai persamaan 2.10,

$$\gamma = 3\alpha\quad (2.10)$$

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dalam penelitian ini antara lain :

1. Penelitian yang dilakukan Ulfah *et al.*, (2021) bertujuan menghasilkan kit alat peraga kalor jenis

berbantu sensor massa *load cell* dan sensor suhu DS18B20 dengan menggunakan android berbasis multipresentasi. Hasil yang didapatkan bahwa validasi ahli media diperoleh sebesar 81.07%, validasi ahli materi diperoleh 79.37% dan validasi ahli soal multipresentasi diperoleh 81%. Persamaan penelitian yang dilakukan Ulfah dengan peneliti adalah sama-sama menggunakan mikrokontroler berbasis ESP28266 pada alat peraga dan aplikasi *Blynk* untuk mengontrol alat peraga. Perbedaannya dengan peneliti adalah Ulfah mengembangkan alat peraga untuk kalor jenis sedangkan peneliti mengimplementasikan alat peraga koefisien muai panjang.

2. Penelitian yang dilakukan Diatri (2020) bertujuan mengembangkan alat praktikum koefisien muai panjang Musschenbroek yang dapat membangun inkuiri siswa. Hasil yang didapatkan adalah alat yang dikembangkan sesuai untuk membangun inkuiri siswa dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa dengan nilai $n\text{-gain} = 0.57$. Persamaan penelitian yang dilakukan Diatri dengan peneliti adalah sama-sama menggunakan alat peraga dalam kegiatan praktikum koefisien muai panjang. Perbedaan peneliti dengan Diatri adalah peneliti

menggunakan Mikrokontroler NodeMCU untuk pengontrolan jarak jauh dan beberapa sensor untuk menghindari *human error*.

3. Penelitian yang dilakukan Meiza *et al.* (2017) bertujuan untuk menghasilkan set eksperimen muai panjang berbantuan mikrokontroler Atmega328 dan mengetahui spesifikasi dan desain dari alat yang dibuat. Ketelitian yang diperoleh dari eksperimen menggunakan alat yang dikembangkan adalah perunggu 97.58%, besi 95.92%, dan aluminium 97.98%. Persamaan penelitian yang dilakukan Meiza, Yulkifli, dan Zulhendri dengan peneliti adalah sama-sama menggunakan Mikrokontroler Atmega328 pada alat praktikum muai panjang. Perbedaannya dengan peneliti adalah peneliti sudah menggunakan NodeMCU sehingga bisa mengontrol alat peraga walaupun berada di jarak yang jauh dengan berbantuan aplikasi *Blynk*.
4. Penelitian yang dilakukan Dahlia (2019) bertujuan untuk menghasilkan alat peraga momen inersia dengan berbantuan Arduino Uno dan *software Fritzing*. Hasil yang diperoleh adalah uji validitas ahli 86.75%, analisis percobaan dan kalibrasi alat peraga dengan error 34%, dan respon peserta didik sebesar 90.25%, sehingga alat peraga yang dikembangkan

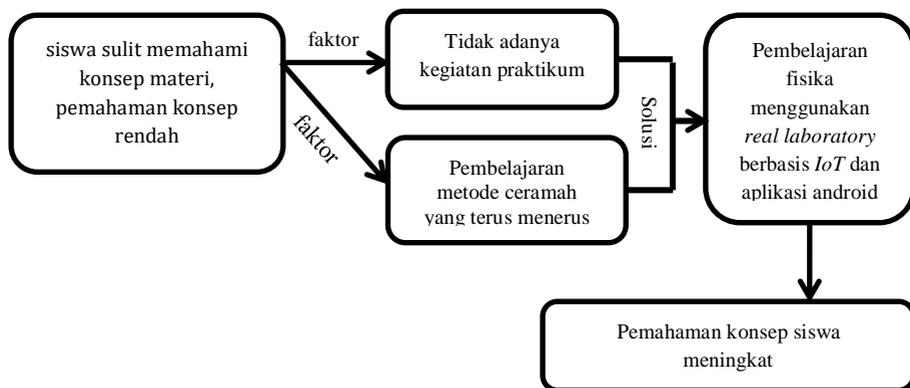
sudah layak digunakan dalam proses pembelajaran. Persamaan penelitian yang dilakukan Dahlia dengan peneliti adalah sama-sama menggunakan Mikrokontroler Arduino uno pada alat peraga. Perbedaan penelitian yang dilakukan peneliti dengan Dahlia adalah Dahlia mengembangkan alat peraga berbasis arduino pada materi momen inersia sedangkan peneliti mengimplementasikan alat peraga berbasis arduino pada materi koefisien muai panjang.

C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran merupakan aktivitas interaksi siswa dengan guru serta sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran fisika dengan metode ceramah terus menerus tanpa adanya kegiatan praktikum akan membuat siswa sulit memahami konsep materi dan siswa tidak melihat fenomena yang berkaitan dengan materi. Kegiatan praktikum adalah salah satu cara yang dapat membantu siswa dalam memahami konsep dan memperlihatkan fenomena nyata pada materi tersebut. Upaya meningkatkan pemahaman konsep siswa terhadap materi suhu kalor khususnya pemuaian zat padat dapat menggunakan kegiatan praktikum berbasis *IoT* dan aplikasi android. Penggunaan

alat praktikum *real laboratory* pemuai zat padat sebagai media pembelajaran memiliki peranan yang penting dalam memahami konsep koefisien muai panjang. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan alat tersebut siswa dapat melihat proses terjadinya pemuai panjang.

Berdasarkan uraian tersebut dapat diambil suatu kerangka berpikir seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.9 Diagram Alir Kerangka Pemikiran

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran pada subbab sebelumnya, maka peneliti merumuskan hipotesis sebagai berikut,

Ha : Terdapat peningkatan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA setelah proses pembelajaran

dengan *real laboratory* praktikum pemuain zat padat berbasis IoT dan aplikasi android.

H0 : Tidak terdapat peningkatan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA setelah proses pembelajaran dengan *real laboratory* praktikum pemuain zat padat berbasis IoT dan aplikasi android.

BAB III

METODOLOGI

A. Desain Penelitian

a. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen. Menurut Sugiyono (2010:107) Penelitian eksperimen adalah penelitian yang bermaksud untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan pendidikan terhadap perilaku siswa atau menguji hipotesis mengenai pengaruh tindakan yang diberikan dibandingkan dengan tindakan yang lain. Riduwan (2014) menyatakan bahwa penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang berupaya untuk mencari pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dalam kondisi yang terkontrol secara ketat.

b. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah *Quasi Experimental Design*. *Quasi experimental design* memiliki ciri khas yaitu merupakan pengembangan dari metode *true experimental design*, yang memiliki kelas kontrol tetapi tak dapat digunakan sepenuhnya untuk mengontrol variable-variabel eksternal yang dapat mempengaruhi pelaksanaan eksperimen (Sugiyono,2013). *Quasi Experimental Design* adalah

desain penelitian yang mempunyai kelompok kontrol dan kelompok eksperimen tidak dipilih secara *random*.

c. Desain Penelitian

Desain Penelitian yang digunakan adalah *non equivalent control group design*. Kelas kontrol diberi perlakuan pembelajaran dengan metode ceramah (pembelajaran langsung) sedangkan kelas eksperimen diberi perlakuan praktikum menggunakan *real laboratory* berbasis IoT dan aplikasi android. Sebelum diberikan perlakuan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol diberi *pretest* terlebih dahulu, kemudian setelah diberikan perlakuan, selanjutnya kedua kelompok diberikan *posttest*. Tabel 3.1 menurut Sugiyono (2010) merupakan bentuk desain dalam model *non equivalent control group design*, yaitu :

Tabel 3.1 Desain *non equivalent control group design*

Kelompok	Pretest	Treatment	Posttest
Eksperimen	A ₁	X	A ₂
Kontrol	B ₁	Y	B ₂

Dengan,

A₁ : Pretest yang dilaksanakan pada kelompok eksperimen

A₂ : Posttest yang dilakukan pada kelompok eksperimen

- B_1 : Pretest yang dilaksanakan pada kelompok kontrol
- B_2 : Posttest yang dilaksanakan pada kelompok kontrol
- X : Praktikum *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android dalam koefisien muai panjang
- Y : Pembelajaran fisika dengan metode ceramah

B. Lokasi dan Waktu

a. Lokasi Penelitian

SMA Negeri 1 Semarang yang berlokasi di Jl. Taman Menteri Supeno No.1, Mugassari, Kec. Semarang Sel., Kota Semarang, Jawa Tengah menjadi subjek dalam penelitian ini. Peneliti menjadikan sekolah ini sebagai subjek penelitian karena terdapat permasalahan yang dihadapi oleh guru di sekolah tersebut yaitu hasil belajar siswa yang masih rendah pada mata pelajaran fisika, guru masih menggunakan pembelajaran metode ceramah dan diskusi serta belum adanya alat praktikum untuk materi pemuai zat padat.

b. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2022/2023 bulan November 2022. Waktu penelitian ini berlangsung pada saat jam pelajaran Fisika.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pemahaman konsep siswa terhadap materi pemuai zat padat.

D. Subjek Penelitian

a. Populasi

Sugiyono (2013:61) dalam bukunya bahwa Populasi merupakan wilayah abstrak yang mencakup objek atau subjek yang memiliki karakteristik dan kapasitas tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dianalisis dan kemudian ditarik kesimpulannya. Arikunto (2010) menyatakan Populasi merupakan kesekuruhan objek penelitian. Jika seseorang meneliti semua elemen yang ada pada wilayah penelitian, maka penelitian tersebut disebut penelitian populasi.

Peneliti menjadikan seluruh siswa kelas XI MIPA di SMA N 1 Semarang sebagai populasi dalam penelitian ini. Jumlah kelas XI MIPA di SMA N 1 Semarang ada 9 kelas MIPA.

b. Sampel

Arifin (2012) menyatakan Sampel merupakan sebagian dari populasi yang akan dipelajari atau sampel juga bisa dikatakan sebagai populasi dalam bentuk kecil (*miniatur population*). Sampel berbeda dengan *Sampling*, menurut Subana (2005) Teknik *sampling* merupakan cara untuk mengambil sampel yang dapat mewakili populasi.

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *purposive sampling*. Arikunto (2010) berpendapat *Purposive Sampling* merupakan metode *sampling non random sampling*, dimana peneliti memiliki pertimbangan-pertimbangan tertentu dalam pengambilan sampel. Teknik *Purposive Sampling* ini digunakan berdasarkan pertimbangan peneliti dan guru fisika bahwa kedua kelompok sampel memiliki rata-rata kemampuan akademik yang sama. Sehingga sampel dalam penelitian ini yaitu kelas XI MIPA 7 dan XI MIPA 8.

E. Teknik Pengumpulan Data

Tahapan-tahapan pengumpulan data yang dilakukan peneliti untuk mendapatkan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut,

1. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang memiliki ciri khas jika dibandingkan dengan teknik lainnya (Sugiyono, 2013). Kegiatan observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan langsung untuk menemukan fakta-fakta di lapangan.

2. Wawancara

Wawancara adalah pertemuan antara dua orang yaitu responden dan peneliti untuk bertukar informasi dan ide melalui sesi tanya jawab sehingga dapat disimpulkan makna dalam suatu topik tertentu (Sugiyono, 2010). Metode wawancara digunakan untuk mengecek keabsahan data yang didapatkan dari hasil tes dan angket.

3. Tes

Arikunto (2006) berpendapat bahwa Tes merupakan daftar pertanyaan yang dipakai guna mengukur kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh setiap individu maupun kelompok

Tes diberikan kepada setiap sampel (kelas kontrol dan kelas eksperimen) yaitu berupa soal-soal berbentuk pilihan ganda. Tes bentuk pilihan ganda digunakan untuk mengetahui hasil pemahaman konsep siswa yang diberikan sebelum

(*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran menggunakan *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android.

4. Angket

Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilaksanakan dengan memberikan beberapa pernyataan atau pertanyaan secara tertulis kepada responden untuk dijawab secara tertulis juga (Sugiyono, 2013). Metode angket adalah suatu daftar yang berisi rangkaian pertanyaan yang mengenai sesuatu masalah yang diteliti (Cholid, 2015).

Angket respons siswa digunakan untuk mendapatkan informasi respons siswa terhadap proses pembelajaran menggunakan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android. Angket validasi soal *pretest-posttest* bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai penilaian validator terhadap instrumen tes yang dibuat oleh peneliti.

F. Instrumen Penelitian

Suryabrata (2008:52) menyatakan bahwa “instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk merekam- pada umumnya secara kuantitatif- keadaan dan aktivitas atribut-atribut psikologis”. Instrumen penelitian adalah alat ukur yang dipakai untuk

memperoleh data atau informasi guna menjawab problematika penelitian.

Penelitian ini Instrumen yang digunakan berupa hasil tes pemahaman konsep siswa dan angket respon siswa.

1. Lembar Observasi

Lembar observasi adalah catatan- catatan hasil pengamatan yang diamati oleh observer. Lembar ini mengandung catatan proses kegiatan belajar mengajar yang diamati apa adanya sesuai dengan yang terjadi pada proses tindakan yang melingkupi kegiatan guru, kegiatan peserta didik, ataupun situasi lingkungan pada proses kegiatan belajar mengajar.

2. Lembar Wawancara

Lembar wawancara ini berisi pertanyaan seputar pembelajaran fisika di kelas. Wawancara dilakukan kepada guru fisika kelas XI MIPA 7 dan kelas XI MIPA 8, tahap ini dilakukan karena peneliti ingin mengetahui lebih dalam mengenai sikap, perilaku, atau pengalaman dari informan mengenai proses pembelajaran fisika di dalam kelas.

3. Soal pemahaman konsep

Tes pemahaman konsep yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan sebelum dan sesudah (*pretest* dan *posttest*) menerapkan proses pembelajaran praktikum *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android. Soal tes dalam penelitian ini berbentuk pilihan ganda dengan 5 jawaban alternatif dan soal uraian. Peneliti dalam pembuatan kisi-kisi butir soal menyesuaikan dengan pemahaman konsep materi pemuai panjang.

Instrumen ini lebih dulu diuji cobakan kepada kelompok yang bukan subjek penelitian. Hal ini untuk menganalisis validitas, reabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda dari instrumen yang digunakan, sehingga peneliti mengetahui kelayakan dari instrumen penelitian.

4. Angket Respons Siswa

Angket respons siswa ini diberikan kepada siswa yang telah mengikuti proses pembelajaran *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android. Data respons siswa terhadap proses pembelajaran ini diperoleh dengan cara mempresentasikan hasil angket yang telah diisi oleh siswa.

Angket respons siswa dibuat dengan 5 jawaban alternatif yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Kurang Setuju (KS) dan Tidak Setuju (TS), Sangat Tidak Setuju (STS). Penyusunan angket respon siswa terdiri dari pertanyaan positif dan negatif. Tabel 3.2 merupakan tabel kriteria penilaian angket respon siswa.

Tabel 3.2 Tabel kriteria penilaian angket respons siswa

Alternatif Jawaban	Bobot Penilaian
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

5. Angket Validasi Instrumen Tes

Angket validasi instrumen tes diberikan kepada dua validator, yaitu dua dosen dari prodi pendidikan fisika. Angket ini digunakan untuk menilai kesesuaian indikator pemahaman konsep pada soal pretest-posttest.

G. Teknik Analisis Data

Ada beberapa langkah yang harus dikerjakan untuk analisis data, yaitu :

1. Uji Instrumen Penelitian

Uji coba instrumen penelitian akan dilakukan di kelas XI MIPA SMA N 1 Semarang. Uji instrumen

penelitian dilakukan untuk mengetahui validitas dan reliabilitas soal yang akan digunakan dalam penelitian.

a. Uji Validitas Butir Soal *Pretest* dan *Posttest*

Menurut Ghozali (2011) uji validitas digunakan untuk mengukur valid atau tidaknya suatu instrumen. Validitas ataupun keabsahan mempunyai maksud seperti apa akurasi serta ketelitian suatu alat ukur (instrumen) dalam melakukan fungsi ukurnya. Suatu instrumen dikatakan sah disaat instrumen ataupun alat ukur yang digunakan tepat guna mengukur suatu objek (Ananda & Fadhli, 2018).

Untuk menguji validitas soal *Pretest* dan *Posttest*, maka soal tersebut diuji cobakan kepada kelas dalam populasi selain kelas sampel penelitian.

Uji Validitas dengan korelasi *point biserial* digunakan untuk soal pilihan ganda sesuai dengan persamaan 3.1.

$$r_{pbis} = \frac{M_p - M_t}{S_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (3.1)$$

keterangan,

r_{pbis} : koefisien korelasi poin biserial

- M_p : rata-rata skor total yang menjawab benar pada butir soal
 M_t : rata-rata skor total
 S_t : standar definisi skor total
 p : proporsi peserta didik yang menjawab benar pada setiap butir soal
 q : proporsi peserta didik yang menjawab salah pada setiap butir soal

Uji validitas butir soal uraian menggunakan korelasi *product moment* dengan angka kasar, tertulis pada persamaan 3.2 :

$$r_{xy} = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (3.2)$$

Keterangan :

- r_{xy} : koefisien korelasi antara variabel X dan Y
 $\sum X$: jumlah skor item
 $\sum Y$: jumlah skor total (seluruh item)
 N : jumlah responden

Setelah menghitung r , kemudian dibandingkan dengan r tabel ($r - point$ biserial) dengan taraf signifikansi 5%. Jika r hitung $>$ r tabel maka soal tes dikatakan valid. (Arikunto, 2006)

Menurut Triton Budi (2006) Uji normalitas dengan berbantuan program SPSS

statistics 25 menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov (One sample K-S)*, data dikatakan terdistribusi normal apabila nilai probabilitas atau (Sig.) > 0.05.

b. Uji Reliabilitas Butir Soal *Pretest* dan *Posttest*

Instrumen yang beberapa kali digunakan untuk mengukur objek yang sama serta menghasilkan data yang sama juga merupakan instrumen yang reliabel. Arikunto (2006) menyatakan bahwa “Reliabilitas menunjukkan pada suatu pengertian bahwa suatu instrumen dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpulan data karena instrumen tersebut sudah baik”.

Persamaan 3.3 digunakan untuk menguji reliabilitas instrumen tes soal pilihan ganda dan persamaan 3.4 untuk mengitung varians totalnya,

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{s^2 - \sum pq}{s^2} \right) \quad (3.3)$$

Keterangan,

$$s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N} \quad (3.4)$$

keterangan,

s^2 : varians total

- $\sum x^2$: jumlah skor total kuadrat
 $(\sum x)^2$: kuadrat dari jumlah skor
 N : jumlah peserta
 r_{11} : reliabilitas instrumen
 n : banyaknya butir soal
 p : proporsi subjek yang mendapat skor 1
 q : proporsi subjek yang mendapat skor 0

Untuk menguji validitas butir soal uraian menggunakan persamaan 3.5, rumus *Alpha*,

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(1 - \frac{\sum a_t^2}{a_t^2}\right) \quad (3.5)$$

Keterangan

- r_{11} : reliabilitas instrumen
 n : banyaknya butir soal
 $\sum a_t^2$: jumlah varians skor tiap item
 a_t^2 : varians total

Setelah menemukan nilai r_{11} , nilai r_{11} dibandingkan dengan nilai r_{tabel} . Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka butir soal tes yang diuji cobakan adalah reliabel (Sudjana, 2005).

c. Analisis Tingkat Kesukaran Butir Soal

Analisis tingkat kesukaran butir soal digunakan untuk menganalisis apakah soal tersebut tergolong mudah atau sukar. Wardani (2012:338) menyatakan bahwa uji tingkat kesukaran butir soal perlu dilakukan karena semakin besar tingkat kesukaran soal maka

semakin mudah soal itu, dan semakin rendah tingkat kesukaran maka semakin sukar soal tersebut. Persamaan 3.6 digunakan untuk menentukan tingkat kesukaran butir soal dengan proporsi menjawab benar,

$$P = \frac{B}{J_x} \quad (3.6)$$

keterangan,

P = indeks kesukaran

B = banyaknya siswa yang menjawab soal dengan benar

J_x = jumlah seluruh siswa peserta tes

Klasifikasi Indeks kesukaran soal diuraikan pada tabel 3.3 (Arikunto, 2010) :

Tabel 3.3 Klasifikasi indeks kesukaran soal

Nilai P	Kategori
$P < 0,3$	Sukar
$0,3 \leq P \leq 0,7$	Sedang
$P > 0,7$	Mudah

d. Analisis Daya Pembeda Butir Soal

Selain dilakukan analisis tingkat kesukaran butir soal dilakukan pula uji daya pembeda butir soal. Purwanto (2010:102) menyatakan bahwa untuk membedakan siswa yang memiliki kemampuan baik dan kurang baik dilakukan uji daya pembeda butir soal tes hasil belajar (TBH).

Semakin tinggi daya pembeda soal maka semakin baik soal yang digunakan dalam membedakan siswa yang sudah paham dan belum paham pada materi tersebut. Untuk menentukan daya pembeda butir soal menggunakan persamaan 3.7 :

$$DB = \frac{\sum T_B}{\sum T} - \frac{\sum R_B}{\sum R} \quad (3.7)$$

keterangan,

DB : daya pembeda

$\sum T_B$: jumlah peserta yang menjawab benar pada kelompok siswa yang memiliki kemampuan tinggi

$\sum T$: jumlah kelompok siswa yang memiliki kemampuan tinggi

$\sum R_B$: jumlah peserta yang menjawab benar pada kelompok siswa yang memiliki kemampuan rendah

$\sum R$: jumlah kelompok siswa yang Memiliki kemampuan rendah

(Purwanto, 2010)

Klasifikasi daya pembeda didasarkan pada kriteria acuan daya pembeda menurut (Arikunto, 2006) pada tabel 3.4 :

Tabel 3.4 Klasifikasi daya pembeda soal

Rentang	Kriteria
$DP < 0,00$	Sangat Buruk
$0,00 \leq D \leq 0,20$	Buruk
$0,20 < D \leq 0,40$	Cukup
$0,40 < D \leq 0,70$	Baik
$0,70 < D \leq 1,00$	Sangat Baik

2. Uji Prasyarat Analisis

Uji prasyarat analisis dilakukan sebelum menguji hipotesis. Uji prasyarat analisis dibedakan dalam beberapa jenis, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menganalisis data pada kedua kelas sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan guna menentukan metode analisis data yang digunakan. Jika data hasil *pretest-posttest* berdistribusi normal dapat memakai metode analisis parametrik, dan saat data berdistribusi tidak normal dapat menggunakan metode analisis non-parametrik (Sugiyono, 2017).

Uji normalitas yang digunakan adalah uji *Kolmogorov-Smirnov*, sesuai persamaan 3.8.

$$KD = 1,36 \frac{\sqrt{n_1 + n_2}}{n_1 n_2} \quad (3.8)$$

Dengan,

- KD : jumlah *Kolmogorov-Smirnov* yang dicari
 n_1 : jumlah sampel yang diperoleh
 n_2 : jumlah sampel yang diharapkan

Dalam uji *Kolmogorov-Smirnov* hipotesis yang diajukan adalah :

$H_0 : f(x) = \text{normal}$

$H_a : f(x) \neq \text{normal}$

Uji normalitas pada penelitian menggunakan program *SPSS statistics 25* dengan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov*. Kriteria pengujiannya adalah data dikatakan terdistribusi normal apabila nilai Sig. > 0,05 dan data dikatakan tidak normal apabila nilai Sig. < 0,05.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk menganalisis sampel yang apakah berasal dari populasi yang homogen atau tidak. Uji homogenitas merupakan prasyarat dalam analisis *independent sample t test*. (Usmadi, 2020).

Hasil *pretest-posttest* dilakukan uji Homogenitas dengan *Test of Homogeneity of Varians* dengan berbantuan *SPSS statistics 25* menurut Triton Budi (2006) apabila probabilitas (Sig.) > 0.05 maka data dikatakan homogen dan jika probabilitas (Sig.) < 0.05 maka data tidak homogen.

3. Uji Hipotesis

a. Uji-T

Uji *t-test* dua sampel (*independent-samples t test*) independen dilakukan apabila data terdistribusi normal. Asep Kurniawan (2018:253) menyatakan bahwa Uji-t untuk sampel independen dipakai untuk memastikan adanya perbedaan rata-rata yang signifikan antara kedua sampel. Hasil Uji-T pada *pretest* harus sama untuk dijadikan kriteria untuk menempatkan sampel sebagai kelas kontrol dan kelas eksperimen. Sedangkan Uji-T pada *posttest* dilakukan untuk membuktikan bahwa praktikum dengan menggunakan *real laboratory* berbasis IoT dan aplikasi android bisa meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Mencari nilai t dengan persamaan 3.9, sebagai berikut (Sugiyono, 2017):

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (3.9)$$

Keterangan,

- n : jumlah sampel
- X_1 : rata-rata sampel ke-1
- X_2 : rata-rata sampel ke-2
- S_1^2 : varians sampel ke-1
- S_2^2 : varians sampel ke-2

Adapun kriteria dari uji statistik t (Ghozali, 2016):

- 1) Tidak terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen jika nilai signifikansi uji $t > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak, artinya.
- 2) Terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen jika nilai signifikansi uji $t < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya.

Analisis ini dilakukan dengan uji t yang diolah menggunakan *software SPSS statistic 25* dengan taraf signifikan 5%.

b. Uji N-Gain

Uji gain ternormalisasi (*N-Gain*) dilaksanakan guna menganalisis kualitas pemahaman konsep siswa setelah diberi perlakuan. Peningkatan ini diambil dari hasil nilai *pretest* dan *posttest* yang didapatkan oleh kedua kelas sampel.

Kategori perolehan *N-gain* dapat ditentukan berdasarkan besar skor *N-gain*. Nilai *N-gain* dapat dihitung menggunakan persamaan 3.10:

$$N - gain = \frac{skor\ posttest - skor\ pretest}{skor\ ideal - skor\ pretest} \quad (3.10)$$

Kalsifikasi kategori perolehan nilai *N-gain* dapat dilihat pada tabel 3.5 (Nismalasari *et al.*, 2016):

Tabel 3.5 Kategori nilai *N-gain*

Nilai N-Gain	Kategori
$g > 0.7$	Tinggi
$0.3 \leq g \leq 0.7$	Sedang
$g < 0.3$	Rendah

Pengujian ini dilakukan dengan uji *N-gain* yang diolah menggunakan *software SPSS statistic 25*.

4. Analisis Data Nontes

Analisis data nontes yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar respon siswa terhadap pembelajaran menggunakan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android. Data hasil pendapatan skor angket respons diolah dalam bentuk presentase menggunakan persamaan 3.11 (Widoyoko, 2012):

$$R_s = \frac{jumlah\ skor\ respons\ siswa}{jumlah\ skor\ maksimal} 100\% \quad (3.11)$$

Hasil R_s yang diperoleh dikelompokkan sesuai dengan interpretasi pada kategori yang terdapat di tabel 3.7.

Tabel 3.6 Kategori Penilaian Angket Respon Siswa

Persentase (%)	Kategori
$81,25 < R_s \leq 100$	Sangat Antusias
$62,5 < R_s \leq 81,25$	Antusias
$43,75 < R_s \leq 62,5$	Tidak Antusias

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Dekripsi Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Semarang tepatnya pada semester Ganjil tahun ajaran 2022/2023, dimulai pada tanggal 21 November – 5 Desember 2022. Penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen, yaitu dengan melakukan penerapan *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android pada kegiatan pembelajaran untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep siswa pada materi pemuain zat padat. Populasi yang digunakan yaitu semua siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Semarang yang berjumlah 324 siswa, yang digunakan untuk sampel penelitian di kelas kontrol adalah XI MIPA 8 dan di kelas eksperimen adalah XI MIPA 7. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*.

Metode eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Quasy Experiment* dengan pendekatan *non equivalent control group design*. Subjek terdiri dari dua kelas yang diberi perlakuan yang berbeda, yaitu dalam kelas kontrol diberi perlakuan pembelajaran metode ceramah sedangkan dalam kelas eksperimen diberi perlakuan praktikum menggunakan

real laboratory berbasis *IoT* dan aplikasi android. Kedua kelas pertama-tama diberikan *pretest* dalam bentuk pilihan ganda dan uraian dengan tujuan melihat kemampuan mereka sebelum diberi perlakuan serta melihat hasil dari uji normalitas, uji homogenitas, dan uji persamaan rata-rata. Dilanjutkan pemberian perlakuan yang berbeda kepada kedua kelas dan diakhir penelitian diberikan *posttest* dengan tujuan melihat peningkatan pemahaman konsep siswa.

B. Analisis Data Hasil Penelitian

1. Analisis Uji Coba Instrumen Tes

Instrumen tes yang berupa *pretest-posttest* sebelum digunakan diuji coba terlebih dahulu pada tingkat kelas yang telah menerima materi pemuatan zat padat, yaitu kelas XII MIPA 9 yang berjumlah 34 siswa. Pengujian instrumen ini dilakukan untuk menemukan butir soal yang layak untuk digunakan. Analisis instrumen tes mencakup uji validitas, uji reliabilitas, analisis tingkat kesukaran, dan analisis daya pembeda. Berikut hasil dari uji coba soal :

1) Uji Validitas

Uji validitas soal digunakan untuk menganalisis hasil butir soal yang valid untuk dipakai. Butir soal tes dengan hasil invalid akan

dibuang. Pengujian kevalidan butir soal menggunakan program SPSS *statistics* 25 dengan uji *Kolmogorov-Smirnov (One sample K-S)*, data dengan nilai probabilitas atau (Sig.) > 0.05 dikatakan terdistribusi normal.

Tabel 04.1 Hasil Uji Validitas Butir Soal Pilihan ganda

Nomor Soal	Jumlah	Kriteria
1,2,4,8,10,12,14,15, 16,17,20,21,23,24	14	Valid
3,5,6,7,9,11,13,18, 19,22,25	11	Invalid

Tabel 4.2 Hasil Uji Validitas Butir Soal Uraian

Nomor Soal	Jumlah	Kriteria
1,2,3,4,5,6	6	Valid
-	0	Invalid

Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 merupakan hasil uji validitas butir soal melalui rasio nilai r_{hitung} dengan nilai r_{tabel} . Butir soal yang mempunyai nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ kriteria valid pada taraf probabilitas atau (sig.) > 0.05. Beberapa soal masuk kriteria tidak valid dapat disebabkan oleh pengerjaan yang asal, soal terlalu mudah, soal terlalu sukar, dan kekurangan waktu mengerjakan.

2) Uji Reliabilitas

Analisis reliabilitas soal *pretest-posttest* diuji menggunakan program SPSS *statistics* 25. Hasil analisis didapatkan nilai *Cronbach Alpha* $r = 0.802$

untuk soal pilihan ganda dan $r = 0.847$ untuk soal uraian sesuai dengan Tabel 4.3, dapat dikatakan reliabilitas butir soal tinggi karena nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$.

Tabel 4.3 Hasil Uji Reliabilitas Menggunakan SPSS 25

Reliability Statistics PG	
Cronbach's Alpha	N of Items
.802	25

Reliability Statistics Uraian	
Cronbach's Alpha	N of Items
.847	6

3) Uji Tingkat Kesukaran

Uji tingkat kesukaran butir soal dilakukan untuk menganalisis tingkatan kesukaran suatu butir soal pada kategori mudah, sedang, dan sukar. Hasil analisis tingkat kesukaran butir soal yang didapatkan terlihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Hasil Uji Tingkat kesukaran Soal Pilihan Ganda

Nomor Soal	Jumlah	Kriteria
2,3,4,5,7,8,9,10,11,12	17	Mudah
13,16,17,19,20,22,24		
1,6,14,15,18,21,23,25	8	Sedang
-	0	Sulit

Tabel 4.5 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal Uraian

Nomor Soal	Jumlah	Kriteria
2,4	2	Mudah
1,3,5,6	4	Sedang
-	0	Sulit

4) Uji Daya Pembeda

Uji daya pembeda soal bermaksud guna menganalisa kualifikasi suatu butir soal untuk mengelompokkan siswa berkemampuan baik dengan siswa yang berkemampuan kurang baik. Hasil uji analisis daya pembeda dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.6 Hasil Uji Daya Beda Soal Pilihan Ganda

Nomor Soal	Jumlah	Kriteria
1,2,8,10,12,14,15,20,21,23,24	11	Baik
4,7,13,16,17,19,22	7	Cukup
3,5,6,9,11,18,25	7	Buruk

Tabel 4.7 Hasil Uji Daya Beda Soal Uraian

Nomor Soal	Jumlah	Kriteria
5,6	2	Baik
1,2	2	Cukup
3,4	2	Buruk

Soal yang memiliki daya beda yang buruk dapat sebabkan oleh kompetensi yang diukur tidak jelas, kunci jawaban yang tidak tepat, dan soal terlalu mudah.

Uji validitas, uji reliabilitas, uji tingkat kesukaran, dan uji daya beda yang telah dilaksanakan dan diperoleh 14 soal pilihan ganda dan 6 soal uraian yang dapat digunakan sebagai instrumen tes. Soal *Pretest-Posttest* yang digunakan adalah 14 soal pilihan ganda dan 5 soal uraian. Soal uraian nomor 3 tidak

dipakai karena memiliki daya beda yang buruk dan kompetensi yang tidak sesuai dengan indikator pemahaman konsep dalam Peraturan Dirjen Dikdasmen Depdiknas No 506/C/PP/2004 tanggal 11 November 2004 dalam (Purwaningsih K & Hidayah, 2017).

2. Analisis Data Tahap Awal (*Pretest*)

1) Uji Normalitas

Hasil *pretest* siswa di kedua kelas sampel diuji normalitas menggunakan *software* SPSS *statistics* 25 dengan *Kolmogrov Smirnov*, hasil analisis uji normalitas *pretest* disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji Normalitas Pretest

Hasil Uji Normalitas <i>Pretest</i>				
	Kelas	Sig. (Kolmogorov-S)	Sig. (Saphiro-W)	Kategori
Hasil Belajar siswa	Kontrol	.195	.302	Normal
	Eksperimen	.200	.716	Normal

Hasil data yang diperoleh dari kelas kontrol dan eksperimen memiliki nilai Sig. > 0.05 sehingga dikatakan data terdistribusi normal.

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mendapatkan hasil dari penelitian yang berasal dari kondisi yang sama dengan berbantuan aplikasi SPSS *statistic* 25 menggunakan *Test of Homogeneity*

of *Varians*. Hasil uji homogenitas terdapat dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas

<i>Test of Homogeneity of Variance</i>		
	Kategori	Sig.
Nilai Pretest	Based on Mean	.190
	Based on Median	.308
	Based on Median and with adjusted df	.308
	Based on trimmed mean	.188

Melalui uji *Test of Homogeneity of Variances*, data dikatakan homogen apabila probabilitas (Sig.) > 0.05 . Tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai (sig.) hasil data *pretest* kedua sampel adalah (sig.) > 0.05 , sehingga data tersebut bersifat homogen.

3) Uji -T

Uji-T pada *pretest* digunakan untuk menganalisis rata-rata nilai *pretest* dari kedua sampel sebelum diberi perlakuan. Hasil uji-t pada *pretest* menggunakan SPSS *statistic 25* adalah *sig. (2-tailed)* = 0.085 sehingga *sig. (2-tailed)* > 0.05 , dapat dikatakan bahwa kedua kelas sampel memiliki rata-rata yang sama.

3. Analisis Data Tahap Akhir (*Posttest*)

Peningkatan pemahaman konsep di materi pemuai zat padat dapat diketahui setelah dilakukan uji analisis data sebagai berikut.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas guna penentu sebuah variabel terikat dan variabel bebas apakah data terdistribusi normal atau tidak. Hasil *posttest* di kelas kontrol dan eksperimen diuji normalitas menggunakan SPSS *statistic 25 Kolmogrov Smirnov*, kesimpulan hasil analisis uji normalitas *posttest* terdapat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Posttest

Hasil Uji Normalitas <i>Posttest</i>				
	Kelas	Sig. (Kolmogorov-s)	Sig. (Saphiro-W)	Kategori
Hasil Belajar siswa	Kontrol	.200	.192	Normal
	Eksperimen	.200	.293	Normal

Hasil data yang diperoleh dari kelas kontrol dan eksperimen memiliki nilai sig. = 0.200, dan nilai Sig. > 0.05, dikatakan data terdistribusi normal.

2) Uji Homogenitas

Hasil *posttest* di kelas kontrol dan eksperimen diuji homogenitas untuk mengetahui persamaan vairans. Tabel 4.11 merupakan hasil uji homogenitas menggunakan SPSS *statistic 25*.

Tabel 4.11 Hasil Uji Homogenitas Posttest

<i>Test of Homogeneity of Variance</i>		
	Kategori	Sig.
Nilai Posttest	Based on Mean	.039
	Based on Median	.056
	Based on Median and with adjusted df	.057
	Based on trimmed mean	.040

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa nilai (sig.) hasil data *posttest* kedua sampel adalah sig. = 0,039 yaitu (sig.) > 0.05, dikatakan data bersifat homogen.

3) Uji-T

Uji-T pada *posttest* digunakan untuk menganalisis rata-rata nilai kedua sampel setelah diberikan *treatment*. Hasil uji-t pada *posttest* menggunakan SPSS *statistic 25* adalah sig. (2-tailed)= 0.000 sehingga sig. (2-tailed) < 0.05, dapat dikatakan kedua kelas sampel memiliki perbedaan rata-rata yang signifikan.

4) Uji N-gain

Peningkatan pemahaman konsep dapat diketahui melalui uji N-Gain. Hasil uji N-Gain didapatkan skor uji N-Gain di kelas kontrol 0,44 peningkatan hasil belajar masuk kategori sedang, sedangkan skor uji N-Gain di kelas eksperimen 0,83 peningkatan hasil belajar masuk kategori tinggi.

Tabel 4.12 merupakan hasil rata-rata uji N-Gain di kedua kelas.

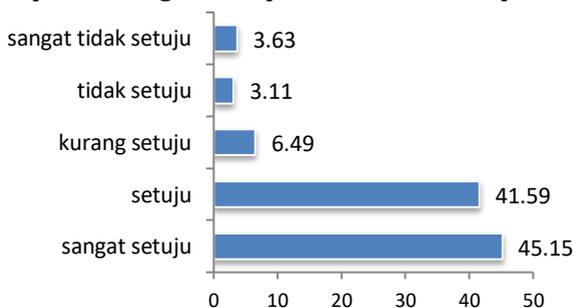
Tabel 4.12 Hasil Uji N-Gain

Skor Rata-Rata	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
<i>Pretest</i>	23,2	26,6
<i>Posttest</i>	57,2	87,7
	<i>N-Gain = 0,44 "Sedang"</i>	<i>N-Gain = 0,83 "Tinggi"</i>

4. Analisis Data Instrumen Non-Tes

Angket respons siswa adalah instrumen non-tes yang digunakan dalam penelitian ini. Angket respons siswa terhadap *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android mencakup 11 pertanyaan.

Hasil analisis angket terdapat dalam Gambar 4.1 dan sebesar 45,15% siswa sangat setuju, 41,59% siswa setuju, 6,49% siswa kurang setuju, 3,11% siswa tidak setuju, dan 3,63% siswa sangat tidak setuju terhadap penggunaan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Angket Respons Siswa

Melalui perhitungan persamaan 3.11 hasil angket respons siswa terhadap *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android didapatkan hasil $R_s = 84,1\%$ sehingga respons siswa masuk kategori “Sangat Antusias”.

C. Pembahasan Analisis Data

Penelitian ini termasuk penelitian *quasy experimental design*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android terhadap tinggi rendahnya pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA serta respons siswa terhadap *real laboratory* tersebut.

Alat *Real Laboratory* Praktikum Pemuai Zat Padat Berbasis *Iot* Dan Aplikasi Android dikembangkan guna meminimalisir terjadinya *human error*. *Real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android memiliki beberapa kelebihan yaitu; penggunaannya relatif lebih mudah karena menggunakan *smartphone*, praktikum tetap bisa dilaksanakan meskipun praktikan berada di luar sekolah; lebih fleksibel karena dapat digunakan dalam dua opsi pelaksanaan yaitu secara *online* ataupun *offline*; menggunakan mikrokontroler NodeMCU yang dapat

terhubung dengan internet, sehingga dapat di akses apabila praktikan terhubung dengan wifi; menggunakan sensor-sensor untuk mendapatkan data yang diperlukan serta memiliki ketelitian yang tinggi dibanding alat ukur konvensional; alat ini akurat untuk digunakan sebagai alat praktikum keofisien muai panjang.

Penelitian yang dilakukan di SMA Negeri 1 Semarang ini memberikan perlakuan pembelajaran metode ceramah di kelas kontrol dan memberikan perlakuan praktikum *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android untuk kelas eksperimen. Materi yang diberikan adalah materi suhu kalor pada subbab pemuai zat padat. Sebelum perlakuan kelas kontrol dan kelas eksperimen diberi *pretest* dan diberi *posttest* setelah perlakuan. Perbedaan perlakuan yang diberikan pada kedua kelas dapat mempengaruhi hasil *pretest-posttest* yang digunakan untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan pemahaman konsep antara penerapan *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android dan penerapan pembelajaran metode ceramah. Uji t dari data *posttest* memperoleh nilai (sig.) sebesar 0.000 sehingga nilai (sig.) < 0.05 dimana H_0 ditolak dan H_a

diterima. Siswa di kelas kontrol memiliki rata-rata 57.2 dan siswa di kelas eksperimen memiliki rata-rata 87.7. Rata-rata yang diperoleh siswa menggunakan *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android lebih besar daripada siswa yang mendapatkan materi dengan metode ceramah.

Metode pembelajaran konvensional yang dilaksanakan di kelas kontrol menggunakan metode ceramah dan diskusi. Pembelajaran dengan metode ceramah dan diskusi menjadikan siswa tidak terlibat secara langsung dan kurang aktif saat memperoleh pemahaman konsep. Guru memberikan penjelasan terkait materi dalam pembelajaran metode ceramah dan siswa mendengarkan penjelasan dari guru.

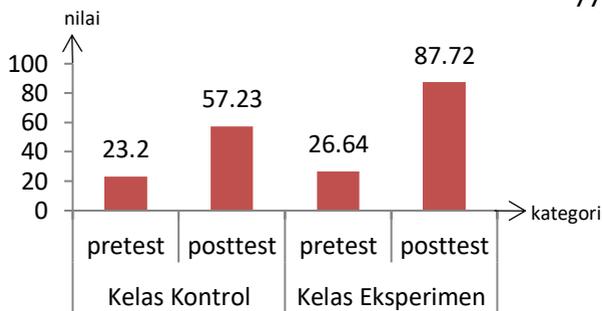
Implementasi *real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android yang dilaksanakan di kelas eksperimen memberikan kesempatan kepada siswa untuk melihat secara langsung proses terjadinya pemuaihan pada logam dan menjadikan siswa aktif dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan peneliti *Real laboratory* berbasis *IoT* dan aplikasi android memberikan dampak yang baik bagi siswa dalam memahami konsep. Hal ini sesuai dengan pernyataan Piaget dalam (Sugandi, 2006) Pengalaman nyata siswa menjadi dasar

tercapainya perkembangan kognitif daripada hanya sekedar mendengarkan penjelasan secara metode ceramah.

Perbedaan perlakuan yang diberikan ke kedua sampel dapat memengaruhi peningkatan pemahaman konsep siswa. Pembahasan hasil penelitian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut,

1. Ada tidaknya pengaruh penggunaan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA.

Melalui hasil data yang diperoleh, dilakukan perhitungan uji-t untuk mengetahui perbedaan rata-rata pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil uji-t pada *posttest* menggunakan SPSS *statistic 25* adalah *sig. (2-tailed)* = 0.000 dengan *sig. (2-tailed)* < 0.05, sehingga H_a diterima dan H_0 ditolak, disimpulkan bahwa rata-rata kelas eksperimen berbeda atau lebih tinggi daripada rata-rata kelas kontrol. Grafik perolehan nilai antara kelas kontrol dan kelas eksperimen terdapat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rata-rata Nilai Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Terlihat pada Gambar 4.2 rata-rata perolehan nilai *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan rata-rata nilai *posttest* kelas kontrol. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor mengenai pemahaman konsep salah satunya adalah bedanya perlakuan yang diberikan kepada kedua kelas.

Berdasarkan hasil *posttest* dari kedua kelas, dapat disimpulkan bahwa ada peningkatan pemahaman konsep yang tinggi pada kelas eksperimen. Hal ini dibuktikan melalui hasil uji N-Gain di kelas kontrol dengan skor 0,44, peningkatan pemahaman konsep siswa pada kategori “sedang”, sedangkan hasil uji N-Gain di kelas eksperimen 0,83 yang artinya peningkatan pemahaman konsep siswa pada kategori “tinggi”.

Penjabaran uraian tersebut dapat menjawab hipotesis bahwa terdapat perbedaan rata-rata nilai siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen dalam pemahaman konsep dan adanya peningkatan pemahaman konsep yang tinggi pada kelas eksperimen. Pembelajaran dengan pemakaian *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android memiliki dampak yang lebih baik dibandingkan pembelajaran metode ceramah dan diskusi.

2. Respons siswa terhadap penggunaan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa.

Angket respons siswa terhadap penggunaan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android diberikan kepada siswa kelas eksperimen setelah perlakuan. Berdasarkan analisis data pada Gambar 4.1 persentase rata-rata respons siswa sebesar 45,15% siswa sangat setuju dan 41,59% siswa setuju terhadap *real laboratory* praktikum pemuai zat padat. Kategori tertinggi yaitu pada pernyataan pertama mengenai *real laboratory* praktikum

pemuaian zat padat yang mempermudah siswa dalam memahami konsep pemuaian sebesar 60%. Penggunaan *real laboratory* praktikum pemuaian zat padat ini dapat membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman konsep melalui pengalaman nyata dalam melihat proses pemuaian logam.

Respons siswa selama pembelajaran menggunakan *real laboratory* praktikum pemuaian zat padat sangat antusias karena hal ini adalah hal baru bagi mereka, hasil ini dapat dilihat melalui perhitungan persamaan 3.11 dengan hasil persentase 84,1%. Banyak siswa yang bertanya tentang alat tersebut, seperti nama-nama komponen beserta fungsi komponen tersebut. Beberapa dari mereka berkomentar mengenai desain alat yang masih terlalu rumit dan kurang rapi karena kabel-kabel yang berada diluar *box*.

Respons siswa yang baik tersebut dapat mempengaruhi perbedaan peningkatan pemahaman konsep siswa di SMA Negeri 1 Semarang. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya perbedaan rata-rata yang didapatkan oleh kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kelas eksperimen memperoleh rata-

rata nilai yang lebih tinggi dibanding kelas kontrol setelah menggunakan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android.

Beberapa perbedaan yang dimiliki oleh penelitian ini dengan penelitian yang lain, seperti penelitian yang dilakukan oleh Diatri (2020) hanya mengembangkan alat *Musschenbroek* dengan menambah stop kontak yang memiliki lampu indikator tanpa menggunakan mikrokontroler. Penelitian Meiza (2017) sudah menggunakan sensor-sensor namun belum menggunakan NodeMCU sehingga tidak bisa mengontrol alat peraga saat berada di jarak yang jauh. Penggunaan *real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android menjadikan siswa bisa melakukan praktik secara langsung maupun virtual. Pemahaman konsep siswa yang menggunakan *real laboratory* cenderung lebih baik daripada siswa yang menerima materi dengan metode ceramah dari guru. Siswa diharapkan memiliki pemahaman tentang pemuai tidak hanya pada materi di kelas saja namun pemahaman tersebut dapat diingat saat siswa menemukan permasalahan yang berkaitan dengan pemuai di kehidupan sehari-hari.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan semaksimal mungkin, namun tetap memiliki beberapa keterbatasan saat pelaksanaan penelitian di lapangan, antara lain :

1. Keterbatasan tempat

Peneliti hanya melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Semarang, sehingga kemungkinan terdapat perbedaan hasil data jika dilaksanakan di sekolah lainnya.

2. Keterbatasan waktu

Penelitian ini dilaksanakan dengan waktu yang relatif singkat, yaitu dua minggu karena harus menyesuaikan dengan jadwal sekolah.

3. Keterbatasan materi

Materi pelajaran fisika yang dipelajari dalam penelitian ini tidak menyeluruh pada materi pemuatan namun hanya fokus kepada pemuatan zat padat.

4. Keterbatasan kemampuan

Peneliti menyadari bahwa masih memiliki keterbatasan kemampuan selama penelitian terutama pada materi, analisis data, dan lain-lain sehingga dibutuhkan bimbingan dari dosen

pembimbing yang sangat membantu dalam proses memaksimalkan hasil penelitian.

Dari pemaparan beberapa keterbatasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian yang dilakukan masih memiliki banyak kekurangan dan hambatan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pengujian hipotesis penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut;

1. Terdapat peningkatan pemahaman konsep yang lebih tinggi pada kelas yang menggunakan *real laboratory* praktikum pemuain zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android daripada kelas yang menggunakan metode ceramah. Hal ini dilihat dari hasil uji-t $0.000 < 0.05$ yaitu terdapat perbedaan rata-rata nilai tes yang signifikan, rata-rata nilai kelas kontrol 57,2 sedangkan kelas eskperimen 87,7. Hasil uji N-Gain di kelas kontrol sebesar 0,44 yang artinya peningkatan hasil belajar masuk kategori “sedang”, sedangkan nilai uji N-Gain di kelas eksperimen 0,83 yang artinya peningkatan hasil belajar masuk kategori “tinggi”.
2. Respons siswa selama pembelajaran menggunakan *real laboratory* praktikum pemuain zat padat menghasilkan $R_s = 84,1\%$ dengan kategori “Sangat Antusias”.

B. Saran

Beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian ini antara lain adalah

1. Alat perlu dibuat lebih ringkas dan rapi agar memudahkan siswa dalam merangkainya.
2. *Real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android memiliki tahap-tahap dalam merangkai alat tersebut, sehingga dalam proses penerapannya guru dapat menyesuaikan waktu dengan baik agar proses praktikum dapat terlaksana secara keseluruhan.
5. Hasil penelitian yang didapatkan masih sangatlah sederhana, sehingga disarankan bagi penelitian di sekolah lain selanjutnya agar mempersiapkan alat praktikum dan instrumen yang lebih baik.
6. Apabila peneliti lain ingin melakukan penelitian lebih lanjut terhadap *Real laboratory* praktikum pemuai zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android diharapkan dapat memahami dan menguasai lebih dalam terkait alat praktikum dan materi pelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar I*. Bandung: ITB.
- Ananda, R., & Fadhli, M. (2018). *Statistik Pendidikan : Teori Dan Praktik Dalam Pendidikan*. Medan: CV. Widya Puspita.
- Arifin, Z. (2012). *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Arikunto, S. (2006). *Metode Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Budi, T. P. (2006). *SPSS 13.0 Terapan; Riset Statistik Parametrik*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Cholid, N. (2015). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Dewi, F. Y., & Suwordo, N. (2019). Pengembangan Perangkat Praktikum Penentuan Visualisasi Gejala Transien pada Rangkaian RC Berbasis Smartphone. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2).
- Diatri, F. I. (2020). Pengembangan Alat Musschenbroek dan Panduan Praktikumnya untuk Membangun Inkuiri Siswa. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 4(2), 203.
- Ghozali, I. (2016). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 23*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Kristanto, P. (2020). *Fisika Dasar : Teori, Soal, dan Penyelesaian*. Jogjakarta: CV Andi Offset.

- Kurniawan, A. (2018). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Purwanto. (2010). *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sagala. (2005). *Konsep Dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Sani, R. A. (2015). *Sains Berbasis Al-Qur'an*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sardiman. (2010). *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2004). *Physics For Scientist And Engineers* (6th ed.). Pomona: Thomson Brooks/Cole.
- Subagyo, J. (2011). *Metode Penelitian Dalam Toeri dan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sudjana, N. (2005). *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Sugiyono. (2013). *Metode Peneleitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Statistik Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Alamsyah, R. C., & Chaniago, M. B. (2020). Design of Cloud Computing Based Gas Detection Systems using NodeMCU ESP8266 Microcontroller. *IJID (International Journal on*

- Informatics for Development*), 8(2), 67.
<https://doi.org/10.14421/ijid.2019.08204>
- Andrianto, W. (2019). Sistem Pengontrolan Lampu menggunakan Arduino berbasis Android. *Universitas Islam Majapahit Mojokerto*, 1–10.
- Azka, M., Sudarmanto, A., & Yusufiyah, H. K. N. (2020). Pengaruh Metode Eksperimen Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas X pada Materi Gerak Lurus. *Physics Education Research Journal*, 2(1), 9.
<https://doi.org/10.21580/perj.2020.2.1.3948>
- Dahlia, R. (2019). Pengembangan alat peraga momen inersia berbasis arduino uno untuk peserta didik di madrasah aliyah swasta Ittikhadul Khoiriyah Muaro Jambi. In *Skripsi* (pp. 1–129).
- Diatri, F. I. (2020). Pengembangan Alat Musschenbroek dan Panduan Praktikumnya untuk Membangun Inkuiri Siswa. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 4(2), 203.
<https://doi.org/10.24036/jep/vol4-iss2/496>
- Efendi, Y. (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- Ekayana, A. A. G., Suharsono, N., & Tegeh, I. M. (2013). *PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER BERBASIS ADVANCE VIRTUAL RISC*

(AVR) DALAM MATA PELAJARAN TEKNIK MIKROKONTROLER. 3.

- Fauzan, M. N., Suwastika, N. A., & Jadied, E. M. (2022). *Internet of Things (IoT) Based Free Fall Motion Instructions in Physics Subjects for Class X Students*. 6(April), 876–886. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i2.3774>
- Hamdani, D., Kurniati, E., & Sakti, I. (2012). Pengaruh Model Pembelajaran Generatif dengan Menggunakan Alat peraga terhadap Pemahaman Konsep Cahaya Kelas VIII di SMP Negeri 7 Kota Bengkulu. *Jurnal Exacta, Vol. X No.(1)*, 79–88. <http://repository.unib.ac.id/496/>
- Harir, R., Novianta, M. A., & Kristiyana, D. S. (2019). PERANCANGAN APLIKASI BLYNK UNTUK MONITORING DAN KENDALI PENYIRAMAAN TANAMAN. *Jurnal Elektrikal*, 6, 1–10. <https://www.99.co/blog/indonesia/harga-pompa-air-mini/>
- Hastuti, E. S., & Hidayati, H. (2018). Pengaruh Penggunaan Metode Eksperimen Ditinjau Terhadap Hasil Belajar Ipa Dari Kemampuan Komunikasi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 5(1), 25–31. <https://doi.org/10.30738/natural.v5i1.2562>
- Jayanti, T. A. D., Sudarmanto, A., & Faqih, M. I. (2020). Cold Smoking Equipment Design of Smoked Fish Products with Closed Circulation Using Temperature and

- Concentration Monitoring System Based on Arduino Uno. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 846(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/846/1/012025>
- Katchman, B. A., Smith, J. T., Obahiagbon, U., Kesiraju, S., Lee, Y. K., O'Brien, B., Kaftanoglu, K., Christen, J. B., & Anderson, K. S. (2016). Application of flat panel OLED display technology for the point-of-care detection of circulating cancer biomarkers. *Scientific Reports*, 6(June), 1–11. <https://doi.org/10.1038/srep29057>
- Kause, M. C. (2019). Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis Arduino (Studi Kasus Gerak Jatuh Bebas). *Cyclotron*, 2(1). <https://doi.org/10.30651/cl.v2i1.2511>
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review. *Journal of Big Data*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0268-2>
- Kusumaningrum, A., Pujiastuti, A., & Zeny, M. (2017). Pemanfaatan Internet of Things Pada Kendali Lampu. *Compiler*, 6(1), 53–59. <https://doi.org/10.28989/compiler.v6i1.201>
- Lestari, S. (2018). Peran Teknologi dalam Pendidikan di Era Globalisasi. *Edureligia; Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2(2), 94–100. <https://doi.org/10.33650/edureligia.v2i2.459>

- Liana, Y. R., Linuwih, S., & Sulhadi, S. (2020). The Development of Thermodynamics Law Experiment Media Based on IoT: Laboratory Activities Through Science Problem Solving for Gifted Young Scientists. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 6(1), 51–64. <https://doi.org/10.21009/1.06106>
- Meiza, N., Yulkifli, & Kamus, Z. (2017). Pembuatan Set Eksperimen Muai Panjang Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega328. *Pillar of Physics*, 10, 71–77.
- Muchlis, F., Sulisworo, D., & Toifur, M. (2018). Pengembangan Alat Peraga Fisika Berbasis Internet of Things untuk Praktikum Hukum Newton II. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 13–20.
- Muthmainnah, Rokhmat, J., & Ardhuha, J. (2017). PENGARUH PENERAPAN METODE PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS EKSPERIMEN VIRTUAL TERHADAP MOTIVASI DAN HASIL BELAJAR FISIKA SISWA KELAS X MAN 2 MATARAM TAHUN AJARAN 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, III(1), 6–18.
- Nismalasari, Santiani, & Rohmadi, M. (2016). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN LEARNING CYCLE TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN HASIL BELAJAR SISWA PADA POKOK BAHASAN GETARAN HARMONIS. *EduSains*, 4(2), 74–94.
- Nurjanah, Harayanti, N. B., Prabowo, P. A., & Ariyanti, S.

- (2021). Penggunaan Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Tentang Sifat-Sifat Benda pada Pelajaran IPA Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Setiabudhi*, 4(2), 5–24. <https://stkipsetiabudhi.e-journal.id/jpds/article/view/98>
- Permatasari, H. A. (2016). Identifikasi Miskonsepsi Menggunakan Tes Diagnostik Esai untuk Siswa Kelas XI Mia SMA Negeri 2 Kudus pada Pokok Bahasan Suhu dan Kalor. *Skripsi*, FMIPA Unnes.
- Purwaningsih K, & Hidayah, Z. (2017). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep dalam Pembelajaran Contextual Teaching and Learning Materi Segiempat Ditinjau dari Tipe Kepribadian Peserta Didik. *Journal of Mathematics Education*, 6(1), 142–151. <https://doi.org/10.15294/ujme.v6i1.12642>
- R, Y., D, B., V, H., S, K., & Roy, P. (2018). IoT based Classroom Automation using Arduino. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development, Volume-2*(Issue-2), 306–313. <https://doi.org/10.31142/ijtsrd9404>
- Ramadhani, M. N. (2021). *Real Laboratory Praktikum Koefisien Muai Panjang Berbasis Internet Of Things Dan Aplikasi Android*. UIN Walisongo Semarang.
- Ritonga, A. F., Wahyu, S., & Purnomo, F. O. (2020).

- Implementasi Internet of Things (IoT) untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK Jakarta 1. *Risenologi: Jurnal Sains, Teknologi, Sosial, Pendidikan, Dan Bahasa*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2020.51.57>
- Ritonga, F., & Turnip, B. (2018). Rancang Bangun Alat Praktikum Dinamika Rotasi Dengan Konsep Saintifik. *Universitas Negeri Medan*, 7(1), 6–12.
- Rukmini, S., & Divya Sree, G. (2018). Smart Car Parking With Valet Parking System Using IoT Technology. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 6(2), 199–206.
- Ulfah, D. L., Fatmaryanti, S. D., & Pratiwi, U. (2021). Perancangan Alat Peraga Kalor Jenis Berbantu Sensor Load Cell dan DS18B20 Menggunakan Android Berbasis Multirepresentasi. *JIPS*, 2, 68–74.
- Usmadi, U. (2020). Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas). *Inovasi Pendidikan*, 7(1), 50–62. <https://doi.org/10.31869/ip.v7i1.2281>
- Wahidah S., S. N., Kusairi, S., & Zulaikah, S. (2017). Diagnosis Miskonsepsi Siswa SMA di Kota Malang pada Konsep Suhu dan Kalor Menggunakan Three Tier Test. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 2(3), 95–105. <https://doi.org/10.29303/jpft.v2i3.295>
- Wahyuni, T., Komarudin, K., & Anggoro, B. S. (2019).

- Pemahaman Konsep Matematis Melalui Model Wee Dengan Strategi Qsh Ditinjau Dari Self Regulation. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 8(1), 65–72. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v8i1.1724>
- Wibisono Darmawan, C., U A Sompie, S. R., & Kambey, F. D. (2020). Implementasi Internet of Things pada Monitoring Kecepatan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(2), 91–100.
- Zakiah, Amin, A., & Lovisia, E. (2019). Penerapan Metode Eksperimen Pada Pembelajaran Fisika Siswa Kelas X SMAN 3 Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2018/2019. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 1(2), 58–69.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara Guru

LEMBAR WAWANCARA GURU

I. Identitas Guru

- a. Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
- b. Alamat : Jl. Taman Menteri Supeno No. 1,
Mugassari, Kec. Semarang Sel., Kota
Semarang, Jawa Tengah
- c. Tanggal :

II. Identitas Bapak/Ibu

- a. Nama Guru : Anang Budiarmo
- b. Jabatan : Guru

III. Pertanyaan Wawancara

No	Pertanyaan	Jawaban
A.	Kurikulum	
1.	Apakah sekolah ini sudah menerapkan kurikulum 2013?	Sudah
2.	Berapa jam pelajaran mapel fisika dalam seminggu untuk kelas XI?	4 JP
B.	Model Pembelajaran	
3.	Apasaja model pembelajaran yang biasa digunakan oleh bapak dalam menyampaikan materi pemuain?	Selama ini hanya menggunakan metode ceramah, diskusi, dan mengerjakan soal latihan
4.	Apakah pernah melakukan praktikum untuk materi pemuain zat padat?	Belum pernah karena alat yang tidak tersedia
5.	Apakah bapak mengetahui mengenai <i>real laboratory</i> berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android?	Belum pernah

6.	Apakah selama pembelajaran siswa aktif dalam mengungkapkan pengetahuannya tentang materi yang akan dipelajari?	Tidak semua siswa aktif
7.	Bagaiman menurut bapak jika <i>real laboratory</i> berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa?	Bagus, karena siswa akan dapat secara langsung melihat proses pemuain
8.	Apakah dalam pembelajaran di kelas siswa berdiskusi dengan siswa yang lain dalam tukar menukar pendapat dan memecahkan masalah fisika?	Iya, diskusi sering digunakan dalam pembelajaran, dan tetap dibantu oleh guru
C.	Materi Fisika	
9.	Apakah materi suhu kalor subbab pemuain tergolong sulit/sedang/mudah dipahami?	Sedang
10.	Bagaimana pemahaman konsep siswa selama ini terhadap peemuain?	Cukup baik, namun ada beberapa subbab yang kurang dipahami
11.	Apakah rata-rata hasil belajar siswa sudah mencapai KKM pada mata pelajaran fisika terutama suhu dan kalor?	sudah

Semarang,
Narasumber

Anang Budiarmo, M.Pd

LEMBAR WAWANCARA GURU

I. Identitas Guru

- a. Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
 b. Alamat : Jl. Taman Menteri Supeno No. 1,
 Mugassari, Kec. Semarang Sel., Kota Semarang, Jawa Tengah
 b. Tanggal :

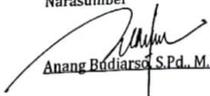
II. Identitas Bapak/Ibu

- a. Nama Guru : Anang Budiarsjo
 b. Jabatan : Guru

III. Pertanyaan Wawancara

No	Pertanyaan	Jawaban
A. Kurikulum		
1.	Apakah sekolah ini sudah menerapkan kurikulum 2013?	Sudah
2.	Berapa jam pelajaran mapel fisika dalam seminggu untuk kelas XI?	4 JP
B. Model Pembelajaran		
3.	Apasaja model pembelajaran yang biasa digunakan oleh bapak dalam menyampaikan materi pemuatan?	Selama ini hanya menggunakan metode ceramah, diskusi, dan mengerjakan soal latihan
4.	Apakah pernah melakukan praktikum untuk materi pemuatan zat padat?	Belum pernah karena alat yang tidak tersedia
5.	Apakah bapak mengetahui mengenai <i>real laboratory</i> berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android?	Belum pernah
6.	Apakah selama pembelajaran siswa aktif dalam mengungkapkan pengetahuannya tentang materi yang akan dipelajari?	Tidak semua siswa aktif
7.	Bagaiman menurut bapak jika <i>real laboratory</i> berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa?	Bagus, karena siswa akan dapat secara langsung melihat proses pemuatan
8.	Apakah dalam pembelajaran di kelas siswa berdiskusi dengan siswa yang lain dalam tukar menukar pendapat dan memecahkan masalah fisika?	Iya, diskusi sering digunakan dalam pembelajaran, dan tetap dibantu oleh guru
C. Materi Fisika		
9.	Apakah materi suhu kalor subbab pemuatan tergolong sulit/sedang/mudah dipahami?	Sedang
10.	Bagaimana pemahaman konsep siswa selama ini terhadap pemuatan?	Cukup baik, namun ada beberapa subbab yang kurang dipahami
11.	Apakah rata-rata hasil belajar siswa sudah mencapai KKM pada mata pelajaran fisika terutama suhu dan kalor?	Sudah

Semarang, 2022
 Narasumber


 Anang Budiarsjo, S.Pd., M.Pd

Lampiran 2. Hasil Wawancara Siswa

Nama : Nathania Agatha
Kelas/No : XI MIPA 8

No	Pertanyaan	Jawab
1.	Apakah kamu suka dengan pelajaran MIPA khususnya Fisika ?	Kadang suka kadang tidak, tergantung materi
2.	Apakah kamu mengalami kesulitan dalam memahami pelajaran MIPA khususnya Fisika ?	Iya
3.	Apakah kamu pernah diskusi kelompok dalam pembelajaran MIPA khususnya Fisika?	Sering
4.	Apakah dalam pembelajaran MIPA khususnya Fisika pernah diterapkan praktikum dalam pembelajaran?	Pernah, namun tidak semua materi
5.	Apakah kamu mengenal aplikasi <i>Blynk</i> dan tahu mengenai <i>IoT</i> ?	Tidak
6.	Bagaimana nilaimu dalam pembelajaran Fisika?	Bagus, namun tetap tergantung materi

Lampiran 4. Silabus Fisika Materi Suhu Dan Kalor

SILABUS

Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/Ganjil
 Alokasi Waktu : 10 JP

No	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1	3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari	<ul style="list-style-type: none"> • Mendefinisikan pengertian suhu • Menjelaskan konsep pengukuran suhu menggunakan termometer • Menyelesaikan persoalan tentang pengukuran suhu pada thermometer dengan skala yang berbeda • Mengidentifikasi faktor-faktor yang 	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu • Pemuaiian • Perubahan wujud • Perpindahan kalor 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati peragaan tentang simulasi pemuaiian rel kereta api, pemanasan es menjadi air, konduktivitas logam (aluminium, besi, tembaga, dan timah), tayangan hasil studi pustaka tentang pengaruh kalor terhadap perubahan suhu 	<ul style="list-style-type: none"> • Sikap • Pengetahuan 	10 JP (5 kali pertemuan)	Buku LKS, Internet, Lingkungan sekitar

		<p>mempengaruhi besar pemuai zat padat, cair dan gas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis pengaruh suhu terhadap pertambahan ukuran zat • Mendefinisikan pengertian kalor • Menjelaskan pengaruh kalor dalam kehidupan sehari-hari • Menentukan kalor jenis zat • Menentukan kapasitas kalor zat • Menggunakan persamaan azas black dalam pemecahan masalah • Menganalisis perpindahan kalor 		<p>benda, pengaruh perubahan suhu benda terhadap ukuran benda (pemuai), dan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan percobaan tentang pengaruh kalor terhadap suhu, wujud, dan ukuran benda, menentukan kalor jenis atau kapasitas kalor logam dan mengeksplorasi tentang azas Black dan perpindahan kalor • Mengolah data dan menganalisis hasil 			
--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>secara konduksi, konveksi dan radiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan aplikasi perpindahan kalor dalam kehidupan sehari-hari 		<p>percobaan tentang kalor jenis atau kapasitas kalor logam dengan menggunakan kalorimeter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat laporan hasil percobaan dan mempresentasikannya 			
2	<p>4.5 Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfatannya</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan percobaan • Mengumpulkan data hasil percobaan • Mengolah data hasil percobaan • Menyimpulkan hasil percobaan • Mempresentasikan hasil percobaan 					

Lampiran 4. RPP Kelas Kontrol

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) KELAS KONTROL

Sekolah : SMA N 1 Semarang
Mata Pelajaran : Fisika
Tahun Pelajaran : 2022/2023
Materi Pokok : Elastisitas
Kelas/Semester : XI (Sebelas)/ Ganjil

Kompetensi Dasar	KD 3.5	KD 4.5
	Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari	Merencanakan dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya
Indikator Pencapaian Kompetensi	IPK 3.2	IPK 4.2
	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaian zat padat, cair dan gas • Menganalisis pengaruh suhu terhadap pertambahan ukuran zat 	Peserta didik dapat mempresentasikan perubahan bentuk benda akibat kenaikan suhu
Materi Pembelajaran	Pemuaian	

<p>Tujuan Pembelajaran</p>	<p>Peserta didik mampu faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaiian zat padat, cair dan gas Peserta didik mampu menganalisis pengaruh perubahan suhu benda terhadap ukuran benda (pemuaiian).</p>
<p>Model Pembelajaran : <i>Discovery Learning</i></p> <p>Motode Pembelajaran : <i>Ceramah, Tanya jawab, diskusi</i></p> <p>Alat, Bahan dan Media Pembelajaran : 1. Alat Tulis 2. Spidol 3. PPT 4. Buku LKS Pelajaran Fisika Kelas XI</p>	<p><u>Langkah Pembelajaran :</u> Kegiatan Pendahuluan (15 menit)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan salam dan berdoa dipimpin oleh perwakilan peserta didik sebelum memulai pembelajaran. 2. Guru melakukan absensi untuk mengecek absensi peserta didik. 3. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan yang akan dicapai. 4. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik. <p>Kegiatan Inti (60 menit)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Stimulation:</i> Guru menayangkan gambar yang berkaitan dengan materi Pemuaiian kepada peserta didik dan memberikan penjelasan secara garis besar. 2. <i>Problem Statemen:</i> Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan. <i>Contoh : pertanyaan kenapa kaca jendela bisa pecah di siang hari.</i> 3. <i>Data collection:</i> Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan secara berkelompok dibantu oleh guuru. 4. <i>Data processing:</i> Peserta didik secara berkelompok mengolah data hasil diskusi dan mengerjakan soal mengenai materi Pemuaiian. 5. <i>Verification:</i> Peserta didik dan guru secara bersama-sama membahas jawaban soal-soal yang telah dikerjakan oleh peserta didik. 6. <i>Generalization:</i> Peserta didik menyampaikan hasil diskusi dan menyimpulkan point-point penting secara klasikal.

	Kegiatan Penutup (15 menit) 1. Guru bersama siswa merefleksikan pengalaman belajar. 2. Guru memberikan penilaian lisan secara acak dan singkat. 3. Guru menginformasikan kepada peserta didik tentang pembelajaran berikutnya dan berdo'a.
Sumber Pembelajaran	1. LKS Fisika Kurikulum 2013 Penerbit Viva Pakarindo 2. Modul Fisika kelas XI KD 3.5 oleh Direktorat SMA Permendikbud 3. Internet 4. Lingkungan kelas
Penilaian Hasil Pembelajaran	1. Penilaian Sikap dalam Pembelajaran 2. Penilaian Pengetahuan 3. Penilaian Keterampilan : Proyek dan Unjuk Kerja Kelompok

Mengetahui,
Peneliti

Semarang,
Guru

2022

Nabila Fauziyah
NIM. 1908066030

Anang Budiarmo, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19740913 200801 1 005

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) KELAS KONTROL

Sekolah : SMA N 1 Semarang
 Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Suhu Kalor
 Kelas/Semester : XI (Sebelas)/ Ganjil

Kompetensi Dasar	KD 3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari	KD 4.5 Merencanakan dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya
	Indikator Pencapaian Kompetensi	IPK 3.5 <ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaian zat padat, cair dan gas Menganalisis pengaruh suhu terhadap pertambahan ukuran zat
Materi Pembelajaran	Pemuaian	
Tujuan Pembelajaran	Peserta didik mampu faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaian zat padat, cair dan gas Peserta didik mampu menganalisis pengaruh perubahan suhu benda terhadap ukuran benda (pemuaian).	
Model Pembelajaran : <i>Discovery Learning</i> Motode Pembelajaran : <i>Ceramah, Tanya jawab, diskusi</i>	Langkah Pembelajaran : Kegiatan Pendahuluan (15 menit) <ol style="list-style-type: none"> Guru memberikan salam dan berdoa dipimpin oleh perwakilan peserta didik sebelum memulai pembelajaran. Guru melakukan absensi untuk mengecek absensi peserta didik. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan yang akan dicapai. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik. Kegiatan Inti (60 menit) <ol style="list-style-type: none"> <i>Stimulation</i>: Guru menayangkan gambar yang berkaitan dengan materi Pemuaian kepada peserta didik dan memberikan penjelasan secara garis besar. <i>Problem Statemen</i>: Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan. <i>Contoh : pertanyaan kenapa kaca jendela bisa pecah di siang hari.</i> <i>Data collection</i>: Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan secara berkelompok dibantu oleh guru. <i>Data processing</i>: Peserta didik secara berkelompok mengolah data hasil diskusi dan mengerjakan soal mengenai materi Pemuaian. <i>Verification</i>: Peserta didik dan guru secara bersama-sama membahas jawaban soal-soal yang telah dikerjakan oleh peserta didik. <i>Generalization</i>: Peserta didik menyampaikan hasil diskusi dan menyimpulkan point-point penting secara klasikal. Kegiatan Penutup (15 menit) <ol style="list-style-type: none"> Guru bersama siswa merefleksikan pengalaman belajar. Guru memberikan penilaian lisan secara acak dan singkat. Guru menginformasikan kepada peserta didik tentang pembelajaran berikutnya dan berdoa'a. 	
Alat, Bahan dan Media Pembelajaran : 1. Alat Tulis 2. Spidol 3. PPT 4. Buku LKS Pelajaran Fisika Kelas XI		
Sumber Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> LKS Fisika Kurikulum 2013 Penerbit Viva Pakarindo Modul Fisika kelas XI KD 3.5 oleh Direktorat SMA Permendikbud Internet Lingkungan kelas 	
Penilaian Hasil Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> Penilaian Sikap dalam Pembelajaran Penilaian Pengetahuan Penilaian Keterampilan : Proyek dan Unjuk Kerja Kelompok 	

Mengetahui,
 Peneliti

Nabila Fauziyah
 NIM. 1908066030

Semarang, 2022
 Guru


 Anang Budiarmo, S.Pd., M.Pd.
 NIP. 19740913 200801 1 005

Lampiran 5. RPP Kelas Eksperimen

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) KELAS EKSPERIMEN

Sekolah : SMA N 1 Semarang
Mata Pelajaran : Fisika
Tahun Pelajaran : 2022/2023
Materi Pokok : Elastisitas
Kelas/Semester : XI (Sebelas)/ Ganjil

	KD 3.5	KD 4.5
Kompetensi Dasar	Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari	Merencanakan dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya
	IPK 3.2	IPK 4.2
Indikator Pencapaian Kompetensi	<ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuai zat padat, cair dan gas Menganalisis pengaruh suhu terhadap pertambahan ukuran zat 	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik melakukan percobaan pemuai menggunakan <i>real laboratory</i> praktikum pemuai zat padat berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android Peserta didik dapat

		mempresentasikan perubahan bentuk benda akibat kenaikan suhu
Materi Pembelajaran	Pemuaian	
Tujuan Pembelajaran	Melalui penggunaan <i>real laboratory</i> praktikum pemuaian zat padat siswa dapat memahami materi pemuaian. hal ini dapat ditunjukkan oleh kemampuan peserta didik dalam merangkai alat praktikum, melihat proses pemuaian logam secara langsung, mengolah data hasil percobaan, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pemuaian, dan mengetahui pengaruh suhu terhadap pertambahan ukuran zat.	
Motode Pembelajaran : <i>Pengamatan,</i> <i>Percobaan,</i> <i>penugasan</i>	<p>Langkah Pembelajaran :</p> <p>Kegiatan Pendahuluan (15 menit)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan salam dan berdoa dipimpin oleh perwakilan peserta didik sebelum memulai pembelajaran. 2. Guru melakukan absensi untuk mengecek absensi peserta didik. 3. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan yang akan dicapai. 4. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik. 	
Alat, Bahan dan Media Pembelajaran : a. Alat Tulis	<p>Kegiatan Inti (60 menit)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa melakukan simulasi praktikum menggunakan <i>real laboratory</i> berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android dengan bantuan guru 2. Siswa berdiskusi mengenai hasil simulasi praktikum yang didapatkan 	

b. Spidol c. <i>Real laboratory</i> berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android d. Buku LKS Pelajaran Fisika Kelas XI	3. Siswa mengerjakan LKPD dan soal yang diberikan oleh guru secara berkelompok 4. Guru bersama siswa membahas soal yang diberikan Kegiatan Penutup (15 menit) 1. Guru bersama siswa merefleksikan pengalaman belajar. 2. Guru memberikan penilaian lisan secara acak dan singkat. 3. Guru menginformasikan kepada peserta didik tentang pembelajaran berikutnya dan berdo'a.
Sumber Pembelajaran	1. LKS Fisika Kurikulum 2013 Penerbit Viva Pakarindo 2. Modul Fisika kelas XI KD 3.5 oleh Direktorat SMA Permendikbud 3. Internet 4. Lingkungan kelas
Penilaian Hasil Pembelajaran	1. Penilaian Sikap dalam Pembelajaran 2. Penilaian Pengetahuan 3. Penilaian Keterampilan : Proyek dan Unjuk Kerja Kelompok

Mengetahui,
Peneliti

Semarang,
Guru

2022

Nabila Fauziyah
NIM. 1908066030

Anang Budiarmo, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19740913 200801 1 005

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) KELAS EKSPERIMEN

Sekolah : SMA N 1 Semarang
 Mata Pelajaran : Fisika
 Tahun Pelajaran : 2022/2023
 Materi Pokok : Suhu Kalor
 Kelas/Semester : XI (Sebelas)/ Ganjil

	KD 3.5	KD 4.5
Kompetensi Dasar	Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas, dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari-hari	Merencanakan dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya
Indikator Pencapaian Kompetensi	IPK 3.2	IPK 4.2
	<ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuatan zat padat, cair dan gas Menganalisis pengaruh suhu terhadap pertambahan ukuran zat 	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik melakukan percobaan pemuatan menggunakan <i>real laboratory</i> praktikum pemuatan zat padat berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android Peserta didik dapat mempresentasikan perubahan bentuk benda akibat kenaikan suhu
Materi Pembelajaran	Pemuatan	
Tujuan Pembelajaran	Melalui penggunaan <i>real laboratory</i> praktikum pemuatan zat padat siswa dapat memahami materi pemuatan. Hal ini dapat ditunjukkan oleh kemampuan peserta didik dalam merangkai alat praktikum, melihat proses pemuatan logam secara langsung, mengolah data hasil percobaan, mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pemuatan, dan mengetahui pengaruh suhu terhadap pertambahan ukuran zat.	
Motode Pembelajaran : <i>Pengamatan, Percobaan, penguasaan</i>	Langkah Pembelajaran :	
Alat, Bahan dan Media Pembelajaran : a. Alat Tulis b. Spidol c. <i>Real laboratory</i> berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android d. Buku LKS Pelajaran Fisika Kelas XI	Kegiatan Pendahuluan (15 menit) 1. Guru memberikan salam dan berdoa dipimpin oleh perwakilan peserta didik sebelum memulai pembelajaran. 2. Guru melakukan absensi untuk mengecek absensi peserta didik. 3. Guru menyampaikan kompetensi dan tujuan yang akan dicapai. 4. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik. Kegiatan Inti (60 menit) 1. Siswa melakukan simulasi praktikum menggunakan <i>real laboratory</i> berbasis <i>IoT</i> dan aplikasi android dengan bantuan guru 2. Siswa berdiskusi mengenai hasil simulasi praktikum yang didapatkan 3. Siswa mengerjakan LKPD dan soal yang diberikan oleh guru secara berkelompok 4. Guru bersama siswa membahas soal yang diberikan Kegiatan Penutup (15 menit) 1. Guru bersama siswa merefleksikan pengalaman belajar. 2. Guru memberikan penilaian lisan secara acak dan singkat. 3. Guru menginformasikan kepada peserta didik tentang pembelajaran berikutnya dan berdoa.	
Sumber Pembelajaran	1. LKS Fisika Kurikulum 2013 Penerbit Viva Pakarindo 2. Modul Fisika kelas XI KD 3.5 oleh Direktorat SMA Permenodikbud 3. Internet 4. Lingkungan kelas	
Penilaian Hasil Pembelajaran	1. Penilaian Sikap dalam Pembelajaran 2. Penilaian Pengetahuan 3. Penilaian Keterampilan : Proyek dan Unjuk Kerja Kelompok	

Mengetahui,
 Peneliti

Nabila Fauziyah
 NIM. 1908066030

Semarang,
 Guru

2022

Anang Budiarso, S.Pd., M.Pd
 NIP. 19740913 200801 1 005

Lampiran 6. Nama Siswa Kelas Kontrol

No	Nama	Jenis Kelamin
1	Agvando Rastra Pratama	Laki-laki
2	Ailsya Putri Salvia	Perempuan
3	Akmal Maulana Wibowo	Laki-laki
4	Amelia Mutiara Tanjung	Perempuan
5	Anandya Namora Monavita Hutapea	Perempuan
6	Autiya Eka Afifah	Perempuan
7	Azka Rosa Eliyana	Perempuan
8	Chalista Rahma Saphira	Perempuan
9	Daffa Rachwan Putra Ramadhan	Laki-laki
10	Dewi Safitrie Ibrahim	Perempuan
11	Dzulvikar Zhia Asytar Athallah	Laki-laki
12	Edgar Afazhar Agus Sastama	Laki-laki
13	Emilio Wiwanda	Laki-laki
14	Erlangga Bagus Suryadi Timur	Laki-laki
15	Fadhil Yaafi Widodo	Laki-laki
16	Jelita Nurani Rianto	Perempuan
17	Jesica Mila Arlyetta	Perempuan
18	Jovan Kurniawan	Laki-laki
19	Keisha Kirania Safitri	Perempuan
20	Mohammad Iqbal Budi Romadhon	Laki-laki
21	Muhammad Fayyadh Azla	Laki-laki
22	Muhammad Firza Yan Hermanto	Laki-laki
23	Muhammad Rizki Pratama	Laki-laki
24	Mutiara Anggun Cahyaning Tyas	Perempuan
25	Nabila	Perempuan
26	Nabila Resya Elfina	Perempuan
27	Rahutama Aryagaluh Mputantra	Laki-laki
28	Riva Arfadeano Haviva	Laki-laki
29	Rizamalia Ramadhani Saputri	Perempuan
30	Shafira Ainnur Zahra	Perempuan
31	Shantika Salma Nabil Adila	Perempuan
32	Tommy Hendrawan	Laki-laki
33	Violin Mulya Putra	Perempuan
34	Jihan Anisa Hanin	Perempuan
35	Haafizh Irawan	Laki-laki
36	Nathania Agatha Wahyudi	Perempuan

Lampiran 7. Nama Siswa Kelas Eksperimen

No	Nama	Jenis Kelamin
1	Aditia Narayan Gilang Saputra	Laki-laki
2	Aisyah Nurul Azizah	Perempuan
3	Aliyah Zahrah Naila Putri	Perempuan
4	Amanda Dwi Ramadhani	Perempuan
5	Andhika Putra Pratama	Laik-laki
6	Annisaa Cahyani	Perempuan
7	Arya Tegar Aarrafi	Laki-laki
8	Asyifa Faya Nabila Putri Siswoko	Perempuan
9	Atallah Rayyan Wibisono	Laki-laki
10	Attalla Luthfi Raihan Agus	Laki-laki
11	Calya Athiyya Zahra	Perempuan
12	Chelsea Dieva Avrilsa	Perempuan
13	Dwi Wahyu Ningrum	Perempuan
14	Felix Divta Rafael Pradiasma	Laki-laki
15	Fimlea Rashka Cantika	Perempuan
16	Gayatri Shalsabilla Widia Putri	Perempuan
17	Giaz Firgi Rafaldi	Laki-laki
18	Kanaya Shabrina Maharani	Perempuan
19	Kristina	Perempuan
20	Massahid Abdallah	Laki-laki
21	Mochammad Aziszul Hakim A	Laki-laki
22	Muhamad Agil Anugrah Prakoso	Laki-laki
23	Muhammad Ali Hafizh Habibi	Laki-laki
24	Muhammad Haidar Luthfi	Laki-laki
25	Muhammad Naufal Aga Saputra	Laki-laki
26	Najma Lail Azary	Perempuan
27	Nayla Salsabilla Putri	Perempuan
28	Nazaril Aulia Ramadhan	Laki-laki
29	Nazwa Attar Yaasiin	Perempuan
30	Nickolas Koromath	Laki-laki
31	Putri Zahra Salsabila	Perempuan
32	Rajif Tegar Munji	Laki-laki
33	Ranaa Nabiilah Putri	Perempuan
34	Salwa Kumala Dewi	Perempuan
35	Shasya Adisty Zhafira	Perempuan
36	Tyas Arum Ayuning Pratiwi	Perempuan

Lampiran 8. Lembar Validasi Soal *Pretest-Posttest*

INSTRUMEN VALIDASI BUTIR SOAL

Nama : Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.

Jabatan : Dosen

Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. PETUNJUK PENGISIAN

1. Isi nama, jabatan, dan instansi pada kolom yang telah disediakan.
2. Lembar validasi ini digunakan untuk mengetahui pertimbangan validator terhadap instrument yang akan digunakan untuk mengumpulkan data penelitian
3. Penilaian dilakukan dengan cara memberi tanda (√) pada kolom yang telah disediakan.
4. Kritik dan saran ditulis secara singkat dan jelas pada kolom yang telah disediakan.

B. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI SOAL PILIHAN GANDA

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
1.	Materi	5	1) Butir soal sesuai dengan indikator 2) Hanya ada satu kunci jawaban yang benar 3) Isi materi sesuai dengan tujuan pengukuran 4) Pilihan benar-benar berfungsi, jika pilihan merupakan hasil perhitungan, maka pengecoh berupa pilihan yang salah rumus/salah hitung.
		4	3 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	2 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	1 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua <i>point</i>
2.	Konstruksi soal	5	1) Pokok soal dirumuskan dengan jelas 2) Pokok soal tidak memberi petunjuk/mengarah kepada pilihan jawaban yang benar 3) Pokok soal tidak mengandung pernyataan negatif ganda 4) Wacana, gambar, atau grafik benar-benar berfungsi
		4	3 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	2 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	1 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua <i>point</i>
3.	Konstruksi pilihan jawaban	5	1) Pilihan jawaban dirumuskan dengan jelas dan tegas 2) Pilihan jawaban homogen 3) Panjang pilihan jawaban relatif sama, tidak ada pilihan yang sangat panjang dan sangat pendek 4) Pilihan jawaban dalam bentuk angka/waktu diurutkan.
		4	3 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	2 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	1 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua <i>point</i>
4.	Kebahasaan Penulisan	5	1) Kalimat menggunakan bahasa yang baik dan benar, sertesuai dengan ragam bahasanya 2) Rumusan kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian 3) Menggunakan bahasa/kata yang umum (bukan bahasa lokal) 4) Rumusan soal tidak mengandung kata-kata yang dapat menyinggung peserta didik.
		4	3 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	2 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	1 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua <i>point</i>

C. INDIKATOR INSTRUMEN VALIDASI SOAL ESSAY

No	Aspek	Skor	Kriteria Penilaian
1.	Materi	5	1) Butir soal sesuai dengan indikator 2) Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai 3) Isi materi sesuai dengan tujuan pengukuran 4) Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang jenis sekolah atau tingkat kelas
		4	3 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	2 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	1 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua <i>point</i>
2.	Konstruksi soal	5	1) Menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraianjelas 2) Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal 3) Ada pedoman penskorannya 4) Tabel, gambar, grafik, peta, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca
		4	3 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	2 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	1 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua <i>point</i>
3.	Kebahasaan Penulisan	5	1) Rumusan kalimat soal komunikatif 2) Butir soal menggunakan bahasa Indonesia yang baku 3) Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian 4) Rumusan soal tidak mengandung kata/ungkapan yang dapat menyinggung perasaan siswa
		4	3 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	2 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	1 <i>point</i> yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua <i>point</i>

Sumber: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2010. *Juknis Analisis Butir Soal di SMA*. Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah dan Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.

D. LEMBAR PENILAIAN

1. INSTRUMEN VALIDASI SOAL PILIHAN GANDA

Butir Soal	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
1.	Materi	√				
	Konstruksi soal	√				
	Konstruksi pilihan jawaban	√				
	Kebahasaan Penulisan	√				
2.	Materi	√				
	Konstruksi soal	√				
	Konstruksi pilihan jawaban	√				
	Kebahasaan Penulisan	√				
3.	Materi	√				
	Konstruksi soal	√				
	Konstruksi pilihan jawaban	√				
	Kebahasaan Penulisan	√				
4.	Materi	√				
	Konstruksi soal	√				
	Konstruksi pilihan jawaban	√				
	Kebahasaan Penulisan	√				
5.	Materi	√				

	Konstruksi soal	✓				
	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
	Kebahasaan Penulisan	✓				
6.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
	Kebahasaan Penulisan	✓				
7.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
8.	Kebahasaan Penulisan	✓				
	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
9.	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
	Kebahasaan Penulisan	✓				
	Materi	✓				
10.	Konstruksi soal	✓				
	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
	Kebahasaan Penulisan	✓				
11.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
12.	Kebahasaan Penulisan	✓				
	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
13.	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
	Kebahasaan Penulisan	✓				
	Materi	✓				
14.	Konstruksi soal	✓				
	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
	Kebahasaan Penulisan	✓				
15.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
16.	Kebahasaan Penulisan	✓				
	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
17.	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
	Kebahasaan Penulisan	✓				
	Materi	✓				
18.	Konstruksi soal	✓				
	Konstruksi pilihan jawaban	✓				
	Kebahasaan Penulisan	✓				
19.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				

	Konstruksi pilihan jawaban	✓					
	Kebahasaan Penulisan	✓					
20.	Materi	✓					
	Konstruksi soal	✓					
	Konstruksi pilihan jawaban	✓					
	Kebahasaan Penulisan	✓					
	Materi	✓					
21.	Konstruksi soal	✓					
	Konstruksi pilihan jawaban	✓					
	Kebahasaan Penulisan	✓					
	Materi	✓					
22.	Konstruksi soal	✓					
	Konstruksi pilihan jawaban	✓					
	Kebahasaan Penulisan	✓					
	Materi	✓					
23.	Konstruksi soal	✓					
	Konstruksi pilihan jawaban	✓					
	Kebahasaan Penulisan	✓					
	Materi	✓					
24.	Konstruksi soal	✓					
	Konstruksi pilihan jawaban	✓					
	Kebahasaan Penulisan	✓					
	Materi	✓					
25.	Konstruksi soal	✓					
	Konstruksi pilihan jawaban	✓					
	Kebahasaan Penulisan	✓					
	Materi	✓					

2. INSTRUMEN VALIDASI SOAL ESSAY

Butir Soal	Aspek Penilaian	Skor				
		5	4	3	2	1
1.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Kebahasaan penulisan	✓				
2.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Kebahasaan penulisan	✓				
3.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Kebahasaan penulisan	✓				
4.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Kebahasaan penulisan	✓				
5.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Kebahasaan penulisan	✓				
6.	Materi	✓				
	Konstruksi soal	✓				
	Kebahasaan penulisan	✓				

Komentar dan Saran

Instrumen tes dan soal-soal sudah sesuai dengan ketentuan yang ada. Tidak menimbulkan penafsiran ganda dan mudah dipahami.

Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan kesimpulan Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu.

- ①. Valid untuk diuji coba tanpa revisi
2. Valid untuk diuji coba dengan revisi sesuai saran
3. Tidak/belum valid untuk diuji cobakan

Semarang, 15 Desember 2022

Validator,



(Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.)

WPS Office

Lampiran 9. Soal Uji Coba *Pretest-Posttest*

SOAL UJI COBA PRETEST DAN POSTEST

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 1 Semarang

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/Ganjil

Bentuk Soal : Pilihan ganda dan uraian

Alokasi waktu : 90 menit

PETUNJUK Pengerjaan Soal

- Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan.
- Tuliskan identitas nama, kelas, dan nomor absen pada lembar jawaban yang telah disediakan.
- Bacalah soal-soal dengan cermat sebelum mengerjakan

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat dan benar!

A. SOAL PILIHAN GANDA

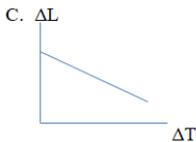
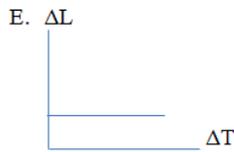
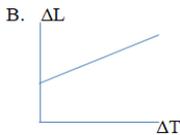
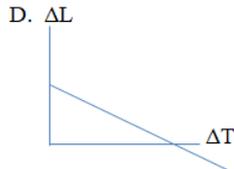
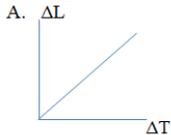
- Seorang siswa sedang melakukan pengukuran panjang tembaga yang dipanaskan. Data-data yang diperoleh dicatat dalam tabel berikut :

ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	ΔL (cm)
0	0
25	458
60	975
100	1458

Tabel di atas menunjukkan hubungan antara perubahan suhu dan pertambahan panjang benda yaitu...

- jika besi dipanaskan terus menerus maka panjang besi bertambah dan suhunya menurun.
 - jika besi dipanaskan terus menerus maka panjang besi tetap dan suhunya meningkat.
 - jika besi dipanaskan terus menerus maka panjang besi tetap dan suhunya menurun.
 - jika besi dipanaskan terus menerus maka panjang besi bertambah dan suhunya meningkat.
 - jika besi dipanaskan terus menerus maka panjang besi tetap dan suhunya tetap
- Konsep pemuaian zat padat di dalamnya terdapat besaran koefisien muai panjang. Koefisien muai panjang adalah...
 - angka yang menunjukkan bertambahnya panjang suatu zat tiap satuan panjang jika suhunya dinaikkan 1°C
 - angka yang menunjukkan berkurangnya panjang suatu zat tiap satuan panjang jika suhunya dinaikkan 1°C
 - angka yang menunjukkan berkurangnya panjang suatu zat tiap satuan panjang jika suhunya diturunkan 1°C
 - angka yang menunjukkan bertambahnya panjang suatu zat tiap satuan panjang jika suhunya diturunkan 1°C
 - angka yang menunjukkan kosntannya panjang suatu zat tiap satuan panjang jika suhunya dinaikkan 1°C
 - Suatu zat dikatakan mengalami pemuaian luas jika...
 - ukuran luas awal suatu zat lebih kecil dari ukuran luas akhir

- B. ukuran panjang awal zat lebih kecil dari ukuran panjang akhir
 C. kalor jenisnya meningkat
 D. terjadi penurunan suhu
 E. suhu awal lebih besar daripada suhu akhir
4. Pada pengukuran muai panjang suatu logam, di bawah ini grafik perubahan panjang terhadap perubahan suhu yang paling mungkin adalah... .



5. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya pemuaian adalah... .
- A. panjang, massa benda, suhu
 B. panjang, koefisien muai, suhu
 C. kalor jenis, koefisien muai, suhu
 D. koefisien muai, suhu
 E. kalor jenis, massa benda, koefisien muai
6. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini :
- (1) Pemasangan rel kereta api
 - (2) Pengeringan pakaian
 - (3) Pemasangan kaca jendela
 - (4) Aspal jalan yang retak
 - (5) Gagang panci yang panas
- Menurut pernyataan di atas, yang termasuk contoh pemuaian ada pada nomor... .
- A. (3), (4), (5)
 B. (2), (5)
 C. (1), (3), (4)
 D. (1), (4), (5)
 E. (1), (3), (5)
7. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini :
- (1) ban sepeda yang dijemur di bawah terik matahari lama-lama akan meledak.
 - (2) pemasangan sambungan rel kereta api
 - (3) pengeringan pakaian
 - (4) pemasangan kaca jendela
 - (5) panci yang berisi penuh air akan tumpah ketika air mendidih
 - (6) aspal jalan yang retak

(7) gagang panci yang panas

Menurut pernyataan di atas, yang termasuk contoh pemuaian ada pada nomor... .

- A. (3), (4), (5)
- B. (2), (5), (7)
- C. (1), (3), (4)
- D. (1), (4), (5), (6)
- E. (1), (3), (5), (7)

8. Perhatikan pernyataan di bawah ini!

- (i) pertambahan panjang (Δl) batang berbanding lurus dengan panjang mula-mula
 - (ii) pertambahan panjang (Δl) batang berbanding lurus dengan kenaikan suhu
 - (iii) pertambahan panjang (Δl) batang berbanding terbalik dengan kenaikan suhu
 - (iv) pertambahan panjang (Δl) batang tidak dipengaruhi oleh jenis batang
- Pernyataan di atas yang sesuai dengan konsep pemuaian panjang ditunjukkan pada

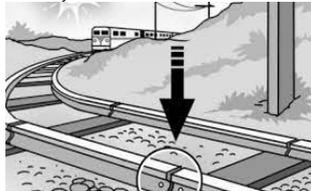
- A. (i) dan (iv)
- B. (i) dan (ii)
- C. (ii) dan (iii)
- D. (i), (ii), dan (iii)
- E. (i), (iii), dan (iv)

9. Pemasangan kawat telepon atau kawat listrik dibiarkan kendur saat pemasangannya pada siang hari. Hal ini bertujuan untuk...



- A. agar tidak putus saat terjadi penyusutan
- B. memudahkan saat pemasangan
- C. memudahkan saat perbaikan
- D. agar terlihat rapi
- E. agar tidak putus saat terjadi pemuaian

10. Pemasangan sambungan rel kereta dibiarkan kendur saat pemasangannya pada siang hari. Hal ini bertujuan untuk....



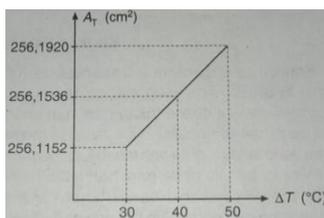
- A. agar tidak bengkok atau melengkung saat terjadi penyusutan
- B. memudahkan saat pemasangan
- C. memudahkan saat perbaikan
- D. agar tidak pecah saat terjadi pemuaian

- E. agar tidak bengkok atau melengkung saat terjadi pemuaian
11. Pemasangan kaca dengan bingkai jendela dibiarkan kendur saat pemasangannya pada siang hari. Hal ini bertujuan untuk...
- A. agar kayu tidak patah saat terjadi penyusutan
- B. memudahkan saat pemasangan
- C. memudahkan saat perbaikan
- D. agar kaca tidak pecah saat terjadi pemuaian
- E. agar kayu tidak bengkok atau melengkung saat terjadi pemuaian
12. Perhatikan tabel berikut!

Jenis Logam	Keofisien muai panjang
Baja	0,000011
Besi	0,000012
Nikel	0,000013
Emas	0,000014
Tembaga	0,000017

- Logam sepanjang 30 cm dipanaskan dengan perubahan suhu 50°C. Kemudian, logam tersebut mengalami pemuaian sebesar 0,018 cm. logam tersebut adalah....
- A. tembaga
- B. nikel
- C. besi
- D. emas
- E. baja
13. Besi yang diberikan kalor akan mengalami pertambahan panjang, luas, ataupun volumenya. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap benda jika diberi kalor akan mengalami....
- A. konduksi
- B. radiasi
- C. pemuaian
- D. penyusutan
- E. perubahan wujud
14. Alna memiliki tiga buah logam : A, B, dan C, masing-masing logam memiliki koefisien muai panjang (α) yang berbeda-beda. Dimana koefisien muai panjang A lebih besar dari B dan koefisien muai panjang C lebih besar daripada A. Jika ke tiga logam dipanaskan dengan suhu yang sama, maka....
- A. logam C memuai lebih cepat daripada logam A dan logam B
- B. logam B memuai lebih cepat daripada logam A dan logam C
- C. logam A memuai lebih cepat daripada logam B dan logam C
- D. ketiga logam A, B, dan C memuai bersamaan
- E. ketiga logam A, B, dan C tidak akan memuai
15. Vando memiliki tiga buah logam : P, Q, dan R, masing-masing logam memiliki koefisien muai panjang (α) yang berbeda-beda. Dimana koefisien muai panjang P empat kali lebih besar dari R dan koefisien muai panjang Q setengah kali lebih besar daripada P. Jika ke tiga logam dipanaskan dengan suhu yang sama, maka....
- A. logam R memuai lebih cepat daripada logam P dan logam Q
- B. logam Q memuai lebih cepat daripada logam P dan logam R
- C. logam P memuai lebih cepat daripada logam Q dan logam R
- D. ketiga logam P, Q, dan R memuai bersamaan
- E. ketiga logam P, Q, dan R tidak akan memuai

16. Panjang batang rel kereta api masing-masing 8 meter, dipasang pada suhu 30°C . Koefisien muai batang rel kereta api $12 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$. Jika pada suhu 60°C kedua batang rel tersebut saling bersentuhan maka panjang celah antara kedua rel pada suhu 30°C adalah...
- 5.76 mm
 - 3.24 mm
 - 1.20 mm
 - 0.8 mm
 - 0.6 mm
17. Sebuah benda dengan koefisien muai panjang $12 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$ memanjang 0.24cm setelah suhunya dinaikkan dari 24°C menjadi 50°C . Jika dinaikkan dari 24°C menjadi 60°C , maka panjang batang akan menjadi...
- 2.4m
 - 6.5m
 - 7.7m
 - 8.2m
 - 8.4m
18. Wulan melakukan percobaan pemuai panjang terhadap logam dan mendapatkan hasil percobaan seperti pada grafik berikut.



Jika luas mula-mula logam sebesar 256 cm^2 , nilai koefisien muai panjang logam sebesar $\dots/^{\circ}\text{C}$

- $8,56605 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$
 - $6,87665 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$
 - $7,49665 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$
 - $9,23665 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$
 - $2,94665 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$
19. Apabila zat padat dipanaskan maka zat padat tersebut memuai. Hal ini disebabkan ...
- molekul-molekul membesar akibat pemanasan
 - molekul-molekul bergetar lebih cepat sehingga lebih menjauh dari jaraknya semula
 - molekul-molekul zat pada bergerak bebas
 - molekul-molekul zat padat diam ditempat
 - molekul-molekul terurai menjadi lebih banyak molekul
20. Perhatikan gambar berikut!



Pada siang hari

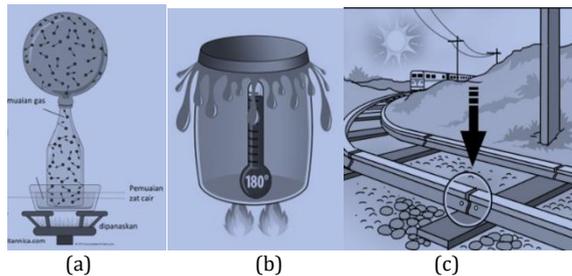


Pada Malam Hari

Berdasarkan gambar diatas, terjadi perubahan bentuk pada kabel listrik. Hal yang menyebabkan perubahan tersebut adalah... .

- A. panjang, koefisien muai, suhu
- B. kalor jenis, massa benda, koefisien muai
- C. kalor jenis, koefisien muai, suhu
- D. panjang, massa benda, suhu
- E. koefisien muai, suhu, massa jenis

21. Perhatikan gambar berikut!



(a)

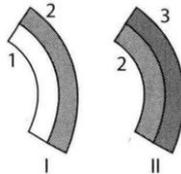
(b)

(c)

Manakah dan dari ketiga peristiwa di atas yang lebih besar mengalami pemuaihan dan mengapa hal tersebut terjadi adalah... .

- A. (b) karena ikatan antara molekul pada zat cair lebih lemah daripada zat padat dan zat gas
 - B. (c) karena ikatan antara molekul pada zat padat lebih lemah daripada zat cair dan zat gas
 - C. (c) karena ikatan antara molekul pada zat padat lebih kuat daripada zat cair dan zat gas
 - D. (a) karena ikatan antara molekul pada zat gas lebih lemah daripada zat cair dan zat padat
 - E. (a) karena ikatan antara molekul pada zat gas lebih kuat daripada zat cair dan zat padat
22. Sebatang logam dipanaskan sehingga suhunya 80°C dan panjangnya menjadi 115 cm. Jika koefisien muai panjang logam $3 \times 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ dan suhu mula-mula logam 30°C , maka panjang mula-mula logam adalah... .
- A. 100 cm
 - B. 101,5 cm
 - C. 102 cm
 - D. 102,5 cm

- E. 103cm
23. Besarnya perubahan panjang suatu zat jika zat tersebut dipanaskan bergantung pada :
- Jenis zatnya;
 - Kenaikan suhu zat;
 - Panjang mula-mulanya;
 - Massa zatnya
- Pernyataan yang benar adalah... .
- (i), (iii)
 - (i), (ii), (iii)
 - (i), (ii), (iii), (iv)
 - (iv)
 - (ii), (iv)
24. Pada suatu percobaan, dua bimetal I dan II tersusun oleh tiga jenis logam 1, 2, 3. Ketika dipanaskan kedua bimetal melengkung dengan arah tampak seperti gambar.

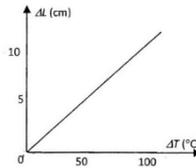


Berdasarkan data tersebut, empat orang siswa memberikan pendapat sebagai berikut,

Siswa	Koefisien muai panjang logam	
	Urutan	Jenis logam
A.	kecil ke besar	3, 2, 1
B.	besar ke kecil	3, 2, 1
C.	kecil ke besar	1, 2, 3
D.	besar ke kecil	2, 1, 3

Pendapat yang benar disampaikan oleh siswa ditunjukkan pada... .

- A dan D
 - A dan C
 - A dan B
 - C dan D
 - B dan C
25. Grafik pertambahan panjang sebuah kawat sebagai fungsi pertambahan suhu digambarkan sebagai berikut.



Bila panjang mula-mula kawat pada suhu 0°C sama dengan 10 m, maka koefisien muai panjangnya sama dengan...

- A. $10^{-2}/^{\circ}\text{C}$
- B. $10^{-3}/^{\circ}\text{C}$
- C. $10^{-4}/^{\circ}\text{C}$
- D. $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
- E. $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

B. SOAL URAIAN

- Perhatikan tabel hasil percobaan berikut!

No	Jenis Bahan	Panjang bahan	
		Sebelum dipanaskan	Setelah dipanaskan
1	A	10 cm	10,013 cm
2	B	10 cm	10,221 cm
3	C	10 cm	10,008 cm

Berdasarkan data pada tabel hasil percobaan dengan musschen broek di atas, bagaimana hubungan koefisien muai panjang ketiga logam?

- Suatu logam mengalami perubahan suhu dari 30°C menjadi 80°C . Jika panjang akhir logam adalah 115cm dan koefisien muai panjang logam $\alpha = 3 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$. Tentukan panjang awal dari logam dan pertambahan panjang logam!
- Ninda melakukan percobaan pemuai panjang suatu logam dengan data percobaan sebagai berikut.

Jenis Logam	L_0 (cm)	L_t (cm)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)
(1)	100	100,11	100
(2)	200	200,192	80
(3)	80	80,163	120
(4)	50	50,24	200

Hasil data di atas, berdasarkan analisa kamu, urutkan koefisien muai panjang logam dari yang terbesar hingga ke yang terkecil!

- Pada suhu 25°C , sebuah lembaran besi dengan panjang sisi 5m. Saat suhu dinaikkan menjadi 85°C dan besar koefisien muai panjang besi adalah $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$. Tentukan luas pelat besi setelah dipanaskan pada suhu 85°C !
- Pada malam hari yang dingin, sebuah rel kereta api memiliki panjang 20 m. Pada siang hari yang panas, rel tersebut akan bertambah 4 mm. Maka jika rel kereta api di malam hari panjangnya 18 m, tentukan pertambahan panjang rel di siang hari!
- Apabila panjang mula-mula dari sebuah kawat besi adalah 10m pada suhu 25°C . Kemudian kawat tersebut dipanaskan hingga suhu 75°C dan koefisien muai panjang besi tersebut adalah $1,1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$. Hitung panjang akhir dari kawat besi tersebut !

Lampiran 10. Kisi—Kisi Soal *Pretest-Posttest***KISI-KISI SOAL PEMAHAMAN KONSEP PEMUAIAN ZAT PADAT**

Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang

Bentuk Tes : Pilihan Ganda

Mata Pelajaran : Fisika

Tahun Ajaran : 2022/2023

Kelas/Semester : XI / Ganjil

Alokasi Waktu: menit

Kompetensi dasar	Materi	Subbab materi	Indikator pencapaian	Indikator soal	Level kognitif	Nomor soal
3.5 menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada	Suhu dan kalor	Pemuaiian zat padat	Siswa dapat menyebutkan besaran dalam konsep pemuaiian zat padat	Menafsirkan keofisien muai panjang	C1	2
				Menyebutkan faktor terjadinya pemuaiian	C1	5, 20
				mengklasifikasikan faktor terjadinya pemuaiian	C2	23
			Siswa dapat menjelaskan konsep pemuaiian zat padat	Menjabarkan hubungan besaran yang mempengaruhi pemuaiian	C2	1
				Menjelaskan pemuaiian luas	C2	3, 19

kehidupan sehari - hari				Menunjukkan grafik hubungan ΔL dan ΔT dalam pemuaian panjang	C2	4	
				Mengklasifikasikan contoh pemuaian	C2	6	
				Menentukan contoh pemuaian	C2	7	
				Mengklasifikasikan hubungan besaran dalam pemuaian	C2	8	
				Siswa dapat menjelaskan peristiwa pemuaian	Menyebutkan tujuan penerapan pemuaian	C2	9, 10, 11
					Menyimpulkan peristiwa pemuaian	C2	13
				Siswa dapat menyimpulkan tabel hasil percobaan pemuaian panjang	Menyimpulkan konsep pemuaian benda melalui hubungan tabel	C4	24
					Menyimpulkan jenis logam melalui hubungan tabel percobaan	C4	12

				pemuaian		
			Siswa dapat menyimpulkan peristiwa pemuaian	Menyimpulkan percobaan pemuaian melalui perbandingan	C3	14, 15
				Memutuskan pemuaian zat yang paling cepat pada beberapa peristiwa	C3	21
			Siswa dapat mengaplikasikan konsep pemuaian untuk memecahkan masalah	Menentukan besar nilai pertambahan panjang benda setelah mengalami pemuaian	C3	16, 18, 22
				Menentukan besar nilai pertambahan luas benda setelah mengalami pemuaian	C3	17
				Menentukan besar nilai koefisien muai panjang benda melalui grafik setelah mengalami pemuaian	C3	25

KISI-KISI SOAL PEMAHAMAN KONSEP PEMUAIAN ZAT PADAT

Sekolah : SMA Negeri 1 Semarang
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI / Ganjil

Bentuk Tes : Uraian
 Tahun Ajaran : 2022/2023
 Alokasi Waktu : menit

Kompetensi dasar	Materi	Subbab materi	Indikator pencapaian	Indikator soal	Level kognitif	Nomor soal
3.5 menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari - hari	Suhu dan kalor	Pemuaiian zat padat	Siswa dapat menyimpulkan tabel hasil percobaan pemuaiian panjang	Menyimpulkan konsep pemuaiian benda melalui hubungan tabel	C4	1, 3
			Siswa dapat mengaplikasikan konsep pemuaiian untuk memecahkan masalah	Menentukan besar nilai pertambahan luas benda setelah mengalami pemuaiian	C3	2, 4, 5, 6

Lampiran 11. Hasil Uji Coba Soal *Pretest-Posttest*

- Pilihan Ganda

Siswa	UJI COBA SOAL <i>PRETEST-POSTTEST</i>																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
3	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
6	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
7	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
8	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
11	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
13	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0

14	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
15	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
17	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
18	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
23	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
24	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
25	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
26	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
27	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
29	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
30	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0

32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
33	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
34	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Benar	23	25	33	26	33	21	29	25	33	25	33	26	27	16	18	26	24	17	27	26	22	30	19	24	12

- Uraian

Siswa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	TOTAL
1	2	6	2	6	2	6	24
2	4	10	3	10	6	8	41
3	4	10	5	10	10	8	47
4	1	5	1	7	4	4	22
5	8	10	3	10	10	8	49
6	7	10	4	10	10	10	51
7	2	4	3	8	8	5	30
8	3	8	8	8	10	9	46
9	4	8	8	10	10	10	50
10	0	6	3	6	4	6	25
11	9	10	6	10	2	8	45
12	2	4	4	7	8	4	29
13	4	8	0	8	6	4	30
14	2	5	0	8	4	2	21
15	4	10	4	10	10	8	46
16	8	10	4	8	4	5	39
17	8	8	4	10	10	8	48
18	8	10	6	10	10	6	50
19	6	10	5	10	10	10	51
20	6	9	3	8	5	8	39
21	8	10	5	10	10	4	47
22	8	8	8	10	2	4	40
23	6	8	4	8	2	4	32
24	4	6	3	8	4	6	31
25	8	8	4	6	4	4	34
26	8	9	4	9	8	7	45
27	9	10	4	4	10	6	43
28	8	10	6	10	10	6	50

29	8	8	5	8	4	6	39
30	0	7	2	8	2	4	23
31	8	10	2	10	10	6	46
32	0	6	3	7	4	6	26
33	8	10	6	10	10	10	54
34	6	10	4	10	10	8	48
BENAR	181	281	136	292	233	218	

Lampiran 12. Uji Validitas Soal Uji Coba

uji coba soal - Microsoft Excel (Product Activation Failed)

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View

ACS4

Correlations

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC		
41																															
42			\$1	\$2	\$3	\$4	\$5	\$6	\$7	\$8	\$9	\$10	\$11	\$12	\$13	\$14	\$15	\$16	\$17	\$18	\$19	\$20	\$21	\$22	\$23	\$24	\$25	TOTAL			
43	31	Pearson	1	.583	-0.120	0.209	0.252	.361	-0.190	0.299	-0.120	0.155	0.252	0.061	-0.041	0.140	0.104	0.209	.301	0.065	.425	0.061	.542	-0.051	0.212	0.243	-0.016	.533			
44	43	Sig. (2-		0.000	0.430	0.235	0.151	0.036	0.531	0.001	0.430	0.301	0.151	0.732	0.011	0.403	0.559	0.235	0.026	0.724	0.012	0.152	0.001	0.141	0.120	0.165	0.931	0.001			
45	45	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
46	32	Pearson	.583	1	-0.104	-0.016	-0.104	0.214	-0.061	0.093	-0.104	0.244	0.290	0.236	0.109	0.031	-0.031	0.139	.344	-0.067	0.109	0.153	0.254	-0.219	.407	.491	0.025	.443			
47	46	Sig. (2-		0.000	0.557	0.911	0.537	0.225	0.732	0.600	0.557	0.164	0.036	0.085	0.284	0.860	0.860	0.434	0.046	0.700	0.284	0.434	0.147	0.213	0.017	0.000	0.890	0.008			
48	48	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
49	33	Pearson	-0.120	-0.104	1	0.314	-0.030	-0.137	-0.072	-0.104	1.000	0.290	-0.030	0.314	-0.083	0.164	0.185	0.314	-0.112	0.114	.342	-0.097	-0.129	.477	-0.195	-0.112	0.123	0.211			
50	49	Sig. (2-		0.430	0.557		0.071	0.865	0.440	0.685	0.557	0.000	0.096	0.865	0.071	0.618	0.354	0.236	0.071	0.527	0.325	0.048	0.507	0.469	0.004	0.382	0.527	0.469	0.231		
51	51	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
52	34	Pearson	0.209	-0.016	0.314	1	-0.097	0.134	-0.035	0.236	0.314	0.133	-0.097	0.103	0.061	.384	.443	0.019	0.030	0.133	0.232	0.103	0.171	0.220	0.066	0.251	-0.026	.446			
53	52	Sig. (2-		0.235	0.917	0.071		0.597	0.443	0.846	0.003	0.071	0.434	0.597	0.301	0.734	0.025	0.000	0.314	0.590	0.434	0.107	0.301	0.334	0.195	0.712	0.153	0.886	0.008		
54	54	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
55	35	Pearson	0.252	-0.104	-0.030	-0.097	1	0.221	.419	0.230	-0.030	0.290	-0.030	-0.097	-0.083	0.164	0.185	0.314	-0.112	0.114	.342	-0.097	0.236	.477	-0.195	-0.112	0.123	0.232			
56	55	Sig. (2-		0.151	0.557	0.665	0.507		0.203	0.014	0.036	0.665	0.036	0.865	0.507	0.618	0.354	0.236	0.071	0.527	0.325	0.048	0.507	0.180	0.004	0.382	0.527	0.469	0.034		
57	56	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
58	37	Pearson	.361	0.214	-0.137	0.134	0.221	1	0.186	.351	-0.137	-0.061	-0.137	0.134	-0.251	0.036	0.220	-0.151	0.056	0.061	-0.101	0.134	.452	-0.093	-0.090	0.283	0.074	0.337			
59	58	Sig. (2-		0.006	0.225	0.440	0.443	0.203		0.282	0.042	0.440	0.734	0.440	0.443	0.152	0.445	0.134	0.384	0.377	0.734	0.563	0.443	0.071	0.576	0.614	0.097	0.675	0.051		
60	60	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
61	37	Pearson	-0.110	-0.061	-0.072	-0.035	.419	0.186	1	0.316	-0.072	0.316	-0.072	.357	-0.006	0.225	0.274	-0.035	0.036	-0.083	0.056	.553	0.295	.364	-0.034	-0.086	-0.041	0.330			
62	61	Sig. (2-		0.537	0.732	0.665	0.846	0.014	0.282		0.069	0.665	0.069	0.605	0.038	0.973	0.201	0.117	0.846	0.597	0.641	0.973	0.001	0.223	0.034	0.847	0.650	0.819	0.056		
63	62	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
64	38	Pearson	0.290	0.093	-0.104	0.296	0.290	.351	0.316	1	-0.104	0.244	-0.104	.453	0.024	0.293	.363	0.133	0.190	0.200	-0.141	0.296	.533	-0.012	0.272	0.190	0.164	.506			
65	64	Sig. (2-		0.097	0.600	0.557	0.093	0.036	0.042	0.063		0.557	0.164	0.557	0.007	0.892	0.006	0.032	0.434	0.262	0.257	0.420	0.003	0.001	0.946	0.110	0.262	0.354	0.000		
66	65	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
67	39	Pearson	-0.120	-0.104	1.000	0.314	-0.030	-0.137	-0.072	-0.104	1	0.290	-0.030	0.314	-0.083	0.164	0.185	0.314	-0.112	0.114	.342	-0.097	-0.129	.477	-0.195	-0.112	0.123	0.211			

SOAL PG & TK DB PG Insi ESSAY TK & DB PG FIX Essay

Select destination and press ENTER or choose Paste

70%

15:28 15/12/2022

uji coba soal - Microsoft Excel (Product Activation Failed)

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View

ACS4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
63	Pearson Correlation	-0.120	-0.104	1.000		0.318	-0.030	-0.121	-0.072	-0.104	1	0.230	-0.030	0.318	-0.083	0.164	0.105	0.318	-0.102	0.114	.342	-0.031	-0.129	.417	-0.155	-0.102	0.129	0.211	
67	Sig. (2-tailed)																												
68	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
69	Pearson Correlation	0.155	0.244	0.230	0.139	0.230	-0.061	0.316	0.244	0.230	1	0.230	.453	0.169	.432	.365	0.236	0.199	-0.067	.354	0.153	0.116	0.195	.407	0.052	0.025	.513		
70	Sig. (2-tailed)																												
71	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
72	Pearson Correlation	0.252	0.230	-0.030	-0.031	-0.030	-0.137	-0.072	-0.104	-0.030	0.230	1	0.318	.342	0.164	0.195	0.318	0.270	-0.114	-0.089	0.318	0.236	-0.064	0.196	-0.102	0.129	0.232		
73	Sig. (2-tailed)																												
74	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
75	Pearson Correlation	0.061	0.236	0.318	0.183	-0.031	0.134	.357	.453	0.318	.453	0.318	1	0.232	0.245	0.311	0.019	0.251	0.000	-0.111	.590	0.316	0.013	0.205	0.038	0.265	.516		
76	Sig. (2-tailed)																												
77	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
78	Pearson Correlation	0.132	0.083	0.071	0.301	0.591	0.443	0.038	0.007	0.071	0.007	0.071	1	0.187	0.162	0.074	0.318	0.153	1.000	0.532	0.002	0.063	0.343	0.244	0.580	0.130	0.000		
79	Sig. (2-tailed)																												
80	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
81	Pearson Correlation	-0.041	0.183	-0.083	0.061	-0.083	-0.251	-0.006	0.024	-0.083	0.183	.342	0.232	1	0.183	0.103	0.061	0.150	0.013	0.101	0.232	0.233	0.040	0.280	0.150	0.072	0.318		
82	Sig. (2-tailed)																												
83	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
84	Pearson Correlation	0.148	0.031	0.164	.384	0.164	0.136	0.225	0.239	0.164	.432	0.164	0.245	0.183	1	.653	.384	0.031	0.189	0.183	.384	0.203	.344	0.126	0.221	-0.080	.617		
85	Sig. (2-tailed)																												
86	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
87	Pearson Correlation	0.403	0.860	0.354	0.025	0.354	0.445	0.201	0.086	0.354	0.071	0.354	0.162	0.285	0.000	0.025	0.608	0.507	0.285	0.025	0.243	0.046	0.479	0.210	0.654	0.000			
88	Sig. (2-tailed)																												
89	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
90	Pearson Correlation	0.104	-0.031	0.185	.443	0.185	0.228	0.274	.363	0.185	.363	0.185	0.311	0.103	.653	1	0.053	0.237	0.189	0.103	0.311	0.167	.387	-0.007	0.038	0.080	.584		
91	Sig. (2-tailed)																												
92	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
93	Pearson Correlation	0.235	0.434	0.071	0.318	0.071	0.334	0.846	0.434	0.071	0.089	0.071	0.318	0.734	0.025	0.854	0.763	0.434	0.187	0.301	0.334	0.185	0.710	0.580	0.130	0.019			
94	Sig. (2-tailed)																												
95	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
96	Pearson Correlation	.381	.344	-0.186	0.038	-0.186	0.156	0.036	0.199	-0.186	0.198	0.270	0.291	0.150	0.031	0.231	-0.054	1	0.129	-0.009	.483	0.234	-0.035	0.306	0.000	0.072	.463		
97	Sig. (2-tailed)																												
98	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
99	Pearson Correlation	0.026	0.046	0.192	0.590	0.537	0.733	0.663	0.592	0.592	0.363	0.192	0.192	0.336	0.608	0.088	0.363	0.608	0.088	0.363	0.608	0.088	0.363	0.608	0.088	0.363	0.608	0.088	0.363
100	Sig. (2-tailed)																												

Ready SOAL PG & TK DB PG hasi ESSAY TK & DB PG FIX essay 70% 15:30 15/12/2022

uji coba soal - Microsoft Excel (Product Activation Failed)

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View

ACS4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
35		Sig (2-tailed)	0.124	0.100	0.325	0.434	0.325	0.134	0.641	0.257	0.325	0.708	0.325	1.000	0.663	0.507	0.507	0.434	0.467		0.215	1.000	0.460	0.501	0.133	1.000	0.032	0.011	
36		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
319		Pearson Correlation	.425	0.163	.342	0.232	.342	-0.101	-0.006	-0.141	.342	.354	-0.063	-0.111	0.101	0.163	0.100	0.232	-0.003	0.216	1	-0.262	-0.012	.431	-0.013	0.150	-0.081	0.314	
37		Sig (2-tailed)	0.012	0.204	0.040	0.181	0.040	0.565	0.373	0.420	0.040	0.040	0.610	0.532	0.572	0.285	0.565	0.181	0.350	0.216		0.106	0.687	0.003	0.342	0.536	0.651	0.070	
38		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
320		Pearson Correlation	0.061	0.133	-0.037	0.183	-0.037	0.134	.553	0.236	-0.037	0.133	0.314	.510	0.232	.384	0.311	0.183	.403	0.000	-0.282	1	.461	0.013	0.205	0.036	0.119	.528	
100		Sig (2-tailed)	0.732	0.434	0.597	0.301	0.597	0.445	0.001	0.083	0.597	0.434	0.071	0.002	0.187	0.025	0.074	0.301	0.018	1.000	0.106		0.006	0.343	0.244	0.580	0.501	0.001	
101		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
102		Pearson Correlation	.542	0.254	-0.120	0.171	0.236	.432	0.215	.553	-0.120	0.115	0.236	0.316	0.233	0.203	0.167	0.171	0.334	0.123	-0.072	.461	1	-0.073	0.335	0.133	-0.038	.536	
103		Sig (2-tailed)	0.001	0.147	0.465	0.334	0.180	0.011	0.223	0.001	0.465	0.518	0.180	0.065	0.185	0.243	0.346	0.334	0.054	0.488	0.687	0.006		0.658	0.052	0.260	0.573	0.000	
104		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
105		Pearson Correlation	-0.051	-0.219	.417	0.228	.417	-0.033	.364	-0.012	.417	0.135	-0.064	0.013	0.040	.344	.387	0.228	-0.035	0.183	.431	0.013	-0.013	1	-0.324	-0.035	-0.112	0.274	
106		Sig (2-tailed)	0.147	0.213	0.004	0.155	0.004	0.516	0.034	0.346	0.004	0.270	0.721	0.343	0.823	0.046	0.024	0.155	0.843	0.301	0.003	0.343	0.658		0.061	0.843	0.527	0.117	
107		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
108		Pearson Correlation	0.272	.407	-0.155	0.066	-0.155	-0.030	-0.034	0.272	-0.155	.407	0.136	0.205	0.280	0.126	-0.007	0.066	0.336	0.053	-0.013	0.205	0.335	-0.324	1	0.336	-0.047	.405	
109		Sig (2-tailed)	0.120	0.017	0.382	0.712	0.382	0.614	0.847	0.119	0.382	0.017	0.267	0.244	0.103	0.479	0.363	0.712	0.052	0.739	0.342	0.244	0.052	0.061		0.052	0.623	0.017	
110		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
111		Pearson Correlation	0.243	.431	-0.182	0.251	-0.112	0.283	-0.086	0.138	-0.182	0.052	-0.112	0.038	0.150	0.221	0.038	0.038	0.008	0.000	0.150	0.038	0.133	-0.035	0.336	1	-0.064	.373	
112		Sig (2-tailed)	0.165	0.003	0.527	0.153	0.527	0.037	0.650	0.262	0.527	0.712	0.527	0.580	0.336	0.210	0.831	0.580	0.363	1.000	0.336	0.580	0.260	0.843	0.052		0.721	0.027	
113		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
114		Pearson Correlation	-0.015	0.025	0.123	-0.026	0.123	0.074	-0.041	0.164	0.123	0.025	0.123	0.265	0.123	-0.090	0.090	0.265	0.072	.363	-0.031	0.119	-0.038	-0.112	-0.097	-0.064	1	0.231	
115		Sig (2-tailed)	0.931	0.830	0.463	0.886	0.463	0.615	0.818	0.354	0.463	0.830	0.463	0.130	0.687	0.654	0.654	0.130	0.688	0.032	0.651	0.591	0.573	0.527	0.623	0.721		0.130	
116		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
117		TOTAL Pearson Correlation	.533	.463	0.286	.448	0.230	0.330	0.330	.588	0.230	.373	0.230	.576	0.316	.617	.584	.338	.463		0.316	.528	.536	0.274	.405	.373	0.230	1	
118		Sig (2-tailed)	0.001	0.000	0.231	0.008	0.034	0.051	0.055	0.000	0.231	0.000	0.034	0.000	0.070	0.000	0.000	0.019	0.005	0.011	0.070	0.001	0.000	0.111	0.011	0.021	0.130		
119		N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34

Ready

SOAL PG & TK DB PG hasil ESSAY TK & DB PG FIX essay

15:31 15/12/2022

Uji Validitas Soal Uraian

		E1	E2	E3	E4	E5	E6	TOTAL
E1	Pearson Correlation	1	.699**	.427*	.380*	.376*	.460**	.742**
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.012	0.027	0.028	0.006	0.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
E2	Pearson Correlation	.699**	1	.395*	.570**	.569**	.686**	.844**
	Sig. (2-tailed)	0.000		0.021	0.000	0.000	0.000	0.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
E3	Pearson Correlation	.427*	.395*	1	.385*	.362*	.512**	.646**
	Sig. (2-tailed)	0.012	0.021		0.024	0.035	0.002	0.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
E4	Pearson Correlation	.380*	.570**	.385*	1	.493**	.482**	.674**
	Sig. (2-tailed)	0.027	0.000	0.024		0.003	0.004	0.000
	N	34	34	34	34	34	34	34

E5	Pearson Correlation	.376*	.569**	.362*	.493**	1	.798**	.811**
	Sig. (2-tailed)	0.028	0.000	0.035	0.003		0.000	0.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
E6	Pearson Correlation	.460**	.686**	.512**	.482**	.798**	1	.869**
	Sig. (2-tailed)	0.006	0.000	0.002	0.004	0.000		0.000
	N	34	34	34	34	34	34	34
TOTAL	Pearson Correlation	.742**	.844**	.646**	.674**	.811**	.869**	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	N	34	34	34	34	34	34	34

Lampiran 13. Uji Reliabilitas Soal Uji Coba

Reliability Statistics PG	
Cronbach's Alpha	N of Items
.802	25

Reliability Statistics Uraian	
Cronbach's Alpha	N of Items
.847	6

Lampiran 14. Uji Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba

ujj coba soal - Microsoft Excel (Product Activation Failed)

	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	
1 Siswa	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	
8	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	
9	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	
12	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
14	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
17	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
18	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	
24	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
25	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
26	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
27	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	
28	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
30	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
31	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
34	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
36	0.67647	0.73529	0.97059	0.76471	0.97059	0.61765	0.85294	0.73529	0.97059	0.73529	0.97059	0.76471	0.79412	0.47059	0.52941	0.76471	0.70588	0.5	0.79412	0.76471	0.64706	0.88235	0.55882	0.70588	0.35294	
37	TK																									
38	KRITERIA	SEDANG	MUDAH	MUDAH	MUDAH	MUDAH	SEDANG	MUDAH	MUDAH	MUDAH	MUDAH	MUDAH	MUDAH	SEDANG	SEDANG	MUDAH	MUDAH	SEDANG	MUDAH	MUDAH	SEDANG	MUDAH	MUDAH	MUDAH	SEDANG	
39		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Count: 25 75% 20:38 15/12/2022

Uji Tingkat Kesukaran Soal Uraian							
Siswa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	TOTAL
1	2	6	2	6	2	6	24
2	4	10	3	10	6	4	37
3	4	10	5	10	10	8	47
4	1	5	1	7	4	4	22
5	8	10	3	10	10	8	49
6	7	10	4	10	10	10	51
7	2	4	3	8	8	5	30
8	3	8	8	8	10	9	46
9	4	8	8	10	10	10	50
10	0	6	3	6	4	6	25
11	9	10	6	10	6	8	49
12	2	4	4	7	8	4	29
13	4	8	0	8	6	4	30
14	2	5	0	8	4	2	21
15	4	10	4	10	10	8	46
16	8	7	4	8	4	5	36
17	8	8	4	10	10	8	48
18	8	10	6	10	10	8	52
19	6	10	5	10	10	10	51
20	6	9	3	8	5	6	37
21	8	10	5	10	10	10	53
22	8	8	8	10	2	4	40
23	6	8	4	8	2	4	32
24	4	6	3	8	4	2	27
25	8	8	4	6	4	4	34
26	8	9	4	9	8	9	47
27	9	10	4	4	10	8	45
28	8	10	6	10	10	9	53
29	8	8	5	8	4	6	39

30	0	7	2	8	2	4	23
31	8	10	2	10	10	10	50
32	0	6	3	7	4	6	26
33	8	10	6	10	10	10	54
34	6	10	4	10	10	8	48
rata"	5.3235	8.176	4	8.588	6.9706	6.6765	
skormaks	10	10	10	10	10	10	
TK	0.5324	0.818	0.4	0.859	0.6971	0.6676	

Lampiran 15. Uji Daya Pembeda Soal Uji Coba

- Uji Daya Pembeda Soal Pilihan Ganda

uji coba soal - Microsoft Excel (Product Activation Failed)

File	Home	Insert	Page Layout	Formulas	Data	Review	View																					
C142																												
AI	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH		
1	LEVIN A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	
2	IBNU RIF	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	23	
3	KHARIS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	23	
4	RASHEL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	23	
5	DEVITA I	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	
6	FANNISA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	22	
7	FARELL B	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	22	
8	FERGEEIT	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	
9	GIANENI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	22	
10	KURNIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	22	
11	MUHAMM	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	22
12	NIA RAM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	22
13	RENDIRIN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	22
14	WIPIN SA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22	
15	ANISA R	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	21
16	NUR FAT	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
17	FARELL	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20
18	BENAR PA	0.8824	0.9412	0.9412	0.7059	0.9412	0.9412	0.9412	1	0.9412	0.7647	0.7647	0.8824	0.8824	0.5882	0.9412	0.8824	0.5882	0.9412	0.8824	0.5882	0.9412	0.8824	0.5882	0.9412	0.8824	0.5882	6
20	ANDHKA	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	19
22	MUHAMM	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
23	ALDO RA	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	17
24	ANINDIT	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	17
25	FANNY LY	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17
26	WAZAMA	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	16
27	MANDA I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	16
28	ANGGITA	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15
29	NAIFA H	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	15
30	RAMAN	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14
31	AZKAHA	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	13
32	NABILA I	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	13
33	VEMAS I	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	12
34	BELLYM	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	11
35	CHANDR	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
36	MUHAMM	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	11
37	FIKRIAR	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	10
38	BENAR	0.4706	0.5294	0.9412	0.5882	0.9412	0.5294	0.5294	0.9412	0.5294	0.9412	0.5294	0.6471	0.1765	0.2941	0.6471	0.5294	0.4118	0.6471	0.5294	0.4118	0.7647	0.3529	0.4706	0.4706	0.3529	0.4118	0.4706
40	DB	0.4118	0.4118	0.0588	0.3529	0.0588	0.1765	0.2941	0.4118	0.0588	0.4118	0.0588	0.4706	0.2941	0.5882	0.4706	0.2253	0.3529	0.1765	0.2941	0.4706	0.4706	0.2253	0.4118	0.4706	0	0	
41	KRITFER	BAIK	BAIK	BURUK	CLKUP	BURUK	BURUK	CLKUP	BAIK	BURUK	BAIK	CLKUP	BAIK	CLKUP	BAIK	BAIK	CLKUP	CLKUP	BURUK	BURUK	CLKUP	BAIK	BAIK	CLKUP	BAIK	BAIK	BURUK	0
42		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		

Ready

- Uji Daya Pembeda Soal Uraian

Siswa	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Total
VEMAS AXEL VADYANDA	8	10	6	10	10	10	54
AZKA HARDHITRA ARYASATYA	7	10	4	10	10	10	51
KHARISMA EKA PUTRI	6	10	5	10	10	10	51
DEVITA INDAR PARAWANSA	4	8	8	10	10	10	50
IVA AMALIA RAMADHANI	8	10	6	10	10	8	52
NIA RAMADHANI	8	10	6	10	10	9	53
ANISA RIZQI RAUUF	8	10	3	10	10	8	49
IBNU RIFA'I ARDIANSYAH	8	8	4	10	10	8	48
WIPIN SAPUTRA POH	6	10	4	10	10	8	48
ANGGITA MAHADEWI SAKTI	4	10	5	10	10	8	47
LEVINA NURRACHMADINI	8	10	5	10	10	10	53
CHANDRA FAJJARRENO ARIEPUTRA	3	8	8	8	10	9	46
FIKRI ARRACHMAN	4	10	4	10	10	8	46
RASHEL WILDAN NATHANIEL	8	10	2	10	10	10	50
FANNY LUTFI RAHMADANI	9	10	6	10	6	8	49
NABILA BUNGA SAFIRA	8	9	4	9	8	9	47

NAIFA HANUN SABITA	9	10	4	4	10	8	45
RATA"	6.82353	9.5882	4.941	9.471	9.647	8.8824	

ANDHIKA TEGUH WAHYU SETIAWAN	4	10	3	10	6	4	37
MANDA ERINNASARI	8	8	8	10	2	4	40
GIANENDRA ASWARAKA	8	7	4	8	4	5	36
KURNIA SHINTA BELLA	6	9	3	8	5	6	37
NUR FATIMATUZZAHRO MUTIA ZEIN	8	8	5	8	4	6	39
MUHAMMAD IRFAN N	8	8	4	6	4	4	34
MUCHAMMAD LUTFI FEBRIANTO	6	8	4	8	2	4	32
MUHAMMAD ADRIAN ILHAM PRATAMA	4	6	3	8	4	2	27
BELLYNDA KURNIA ADINDA	2	4	3	8	8	5	30
FARREL AKBAR PRANOMO AJI	4	8	0	8	6	4	30
FAREL BAILEY MUKTI	2	4	4	7	8	4	29
RENDRINA VIDYASARI	0	6	3	7	4	6	26
FANNISA DYAN FATIKASARI	0	6	3	6	4	6	25
ALDO REYHAN RAMADHAN	2	6	2	6	2	6	24
RAMANIYA ZASKIA JOTHY	0	7	2	8	2	4	23

ANINDITA RAHMA PUTRI	1	5	1	7	4	4	22
FERGEITA NAYLA AYU PRAMESTI	2	5	0	8	4	2	21
RATA"	3.8235	6.765	3.059	7.706	4.294	4.471	
RA-RB	3	2.8235	1.882	1.765	5.353	4.4118	
DB	0.3	0.2824	0.188	0.176	0.535	0.4412	
KRITERIA	CUKUP	CUKUP	BURUK	BURUK	BAIK	BAIK	

Lampiran 16. Soal Pretest-Posttest

Uraian	Uraian	Uraian
A	B	C
D	E	F
G	H	I
J	K	L
M	N	O
P	Q	R
S	T	U
V	W	X
Y	Z	AA
AB	AC	AD
AE	AF	AG
AH	AI	AJ
AK	AL	AM
AN	AO	AP
AQ	AR	AS
AT	AU	AV
AW	AX	AY
AZ	BA	BB
BC	BD	BE
BF	BG	BH
BI	BJ	BK
BL	BM	BN
BO	BP	BQ
BR	BS	BT
BU	BV	BW
BX	BY	BZ
CA	CB	CC
CD	CE	CF
CG	CH	CI
CJ	CK	CL
CM	CN	CO
CP	CQ	CR
CS	CT	CU
CV	CW	CX
CY	CZ	DA
DB	DC	DD
DE	DF	DE
DF	DG	DF
DH	DI	DG
DI	DJ	DH
DJ	DK	DI
DK	DL	DJ
DL	DM	DK
DM	DN	DL
DN	DO	DM
DO	DP	DN
DP	DQ	DO
DQ	DR	DP
DR	DS	DQ
DS	DT	DR
DT	DU	DS
DU	DV	DT
DV	DW	DU
DW	DX	DV
DX	DY	DW
DY	DZ	DX
DZ	EA	DY
EA	EB	DZ
EB	EC	EA
EC	ED	EB
ED	EE	EC
EE	EF	ED
EF	EG	EE
EG	EH	EF
EH	EI	EG
EI	EJ	EH
EJ	EK	EI
EK	EL	EJ
EL	EM	EK
EM	EN	EL
EN	EO	EM
EO	EP	EN
EP	EQ	EO
EQ	ER	EP
ER	ES	EQ
ES	ET	ER
ET	EU	ES
EU	EV	ET
EV	EW	EU
EW	EX	EV
EX	EY	EW
EY	EZ	EX
EZ	FA	EY
FA	FB	EZ
FB	FC	FA
FC	FD	FB
FD	FE	FC
FE	FF	FD
FF	FG	FE
FG	FH	FF
FH	FI	FG
FI	FJ	FH
FJ	FK	FI
FK	FL	FJ
FL	FM	FK
FM	FN	FL
FN	FO	FM
FO	FP	FN
FP	FQ	FO
FQ	FR	FP
FR	FS	FQ
FS	FT	FR
FT	FU	FS
FU	FV	FT
FV	FW	FU
FW	FX	FV
FX	FY	FW
FY	FZ	FX
FZ	GA	FY
GA	GB	FZ
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB
GD	GE	GC
GE	GF	GD
GF	GG	GE
GG	GH	GF
GH	GI	GG
GI	GJ	GH
GJ	GK	GI
GK	GL	GJ
GL	GM	GK
GM	GN	GL
GN	GO	GM
GO	GP	GN
GP	GQ	GO
GQ	GR	GP
GR	GS	GQ
GS	GT	GR
GT	GU	GS
GU	GV	GT
GV	GW	GU
GW	GX	GV
GX	GY	GW
GY	GA	GX
GA	GB	GY
GB	GC	GA
GC	GD	GB

4. Perhatikan pernyataan di bawah ini!
- (1) Perambatan panjang (Δλ) selalu berbanding lurus dengan panjang nada
 - (2) Perambatan panjang (Δλ) selalu berbanding terbalik dengan frekuensi nada
 - (3) Perambatan panjang (Δλ) selalu berbanding terbalik dengan konstanta nada
 - (4) Perambatan panjang (Δλ) selalu berbanding terbalik dengan konstanta nada
- Pernyataan di atas yang sesuai dengan konsep gelombang pada
- A. (1) dan (4)
 - B. (1) dan (2)
 - C. (2) dan (3)
 - D. (3) dan (4)
 - E. (1), (3), dan (4)



5. Pemasangan sambungan rol kereta di bagian belakang sari penumpang pada sangkar bus (Hal) ini bertujuan untuk....
- A. agar tidak bergesek atau melonggong saat terjadi persentakan
 - B. memudahkan sari penumpang
 - C. memudahkan sari penumpang
 - D. agar tidak pecah saat terjadi pemaman
 - E. agar tidak bergesek atau melonggong saat terjadi pemaman

6. Perhatikan tabel berikut!

Zona	Legam	Koefisien muai panjang
1	Besi	0,000011
2	Alum	0,000013
3	Nikel	0,000014
4	Emas	0,000014
5	Tembaga	0,000017

- Legam sepanjang 30 m digunakan sebagai bagian pemancar suhu 50 °C. Kemudian, logam tersebut mengalami pemaman sebesar 0,018 m. Legam tersebut adalah....
- A. Tembaga
 - B. Nikel
 - C. Besi
 - D. emas
 - E. baja

7. Karakteristik tiga buah logam A, B, dan C, masing-masing logam memiliki koefisien muai panjang (α) yang berbeda-beda. Dimana koefisien muai panjang (α) yang lebih besar dari R koefisien muai panjang C lebih besar daripada A. Jika ke tiga logam dipanaskan dengan suhu yang sama, maka....
- A. logam B memuai lebih cepat daripada logam A dan logam B
 - B. logam B memuai lebih cepat daripada logam A dan logam C
 - C. logam A memuai lebih cepat daripada logam B dan logam C
 - D. ketiga logam A, B, dan C tidak akan memuai
 - E. ketiga logam A, B, dan C tidak akan memuai

8. Vanda memiliki tiga buah logam P, Q dan R, masing-masing logam memiliki koefisien muai panjang (α) yang berbeda-beda. Dimana koefisien muai panjang P empat kali lebih besar dari R dan koefisien muai panjang Q setengah kali lebih besar daripada P. Jika ke tiga logam dipanaskan dengan suhu yang sama, maka....
- A. logam R memuai lebih cepat daripada logam P dan logam Q
 - B. logam R memuai lebih cepat daripada logam P dan logam Q
 - C. logam P memuai lebih cepat daripada logam Q dan logam R
 - D. ketiga logam P, Q, dan R memuai bersamaan
 - E. ketiga logam P, Q, dan R tidak akan memuai

9. Panjang batang rel kereta api masing-masing 6 meter, dipasang pada suhu 30 °C. Koefisien muai panjang rel kereta api 12 × 10⁻⁶ /°C. Jika pada suhu 60 °C, kedua batang rel tersebut saling bersempitan, maka panjang setiap antara kedua rel pada suhu 30 °C adalah....

$$P = 4 \cdot R$$

$$Q = \frac{1}{2} P$$

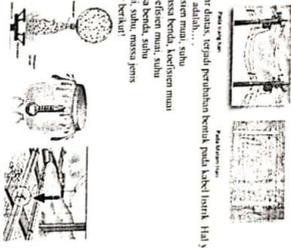
$$= \frac{1}{2} \cdot 4R = 2R$$

$$= 2R - C \cdot R$$

10. Perhatikan gambar berikut!
-
- A. 3,76 mm
 - B. 3,24 mm
 - C. 2,76 mm
 - D. 0,8 mm
 - E. 0,6 mm
11. Perhatikan gambar berikut!
-
- A. 2,4 m
 - B. 2,8 m
 - C. 7,2 m
 - D. 8,3 m
 - E. 8,4 m

Berdasarkan gambar diatas, terjadi perubahan bentuk pada label lonak Hal yang menyebabkan perubahan tersebut adalah....

- A. peregangan, koefisien muai, suhu
- B. peregangan, koefisien muai, suhu
- C. kalor jenis, koefisien muai, suhu
- D. peregangan, massa benda, suhu
- E. koefisien muai, suhu, massa jenis



12. Perhatikan gambar berikut!
- Membaca dari gambar peristiwa di atas yang lebih besar mengilap pemuaman dan mengilap hal tersebut terjadi adalah....
- (a)
 - (b)
 - (c)
- A. (b) karena ukuran antara melokid pada zat cair lebih lemah daripada zat padat dan zat gas
 - B. (a) karena ukuran antara melokid pada zat padat lebih lemah daripada zat cair dan zat gas
 - C. (c) karena ukuran antara melokid pada zat gas lebih lemah daripada zat cair dan zat gas
 - D. (a) karena ukuran antara melokid pada zat gas lebih lemah daripada zat cair dan zat padat
 - E. (a) karena ukuran antara melokid pada zat gas lebih lemah daripada zat cair dan zat padat
13. Pada saat pemotakan, dua benda I dan II tersebut oleh dua jenis logam, 1, 2, 3. Kedua dipanaskan kedua benda tersebut dengan suhu sama sampai seperti gambar.



Berdasarkan data tersebut, empat orang siswa memberikan pendapat sebagai berikut.

No. _____

Date _____

Soal Uraian

$$1. \text{ Diker: } \Delta T = (T_2 - T_1) \\ = 80^\circ - 30^\circ = 50^\circ \\ L_1 = 115 \text{ cm} \\ \alpha = 3 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$$

Ditanya: $L_0 = ?$
 Dijawab:

$$2. \Delta L = L_1 - L_0 \\ \Delta L_1 = 0,11 \text{ cm} \quad \Delta L_2 = 0,192 \text{ cm} \quad \Delta L_3 = 0,163 \text{ cm} \quad \Delta L_4 = 0,29 \text{ cm}$$

④ ② ③ ①

$$3. \text{ Ditanya: } \Delta T = 85^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} \\ = 60^\circ\text{C} \\ \alpha = 1,2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C} \\ L_0 = 5 \text{ m}$$

$$4. \text{ Diketahui: } L_1 = 20 \text{ m} \\ L_2 = 18 \text{ m} \\ \Delta L = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Ditanya: ΔL_2
 Dijawab:

$$\Delta L_1 = L_1 \times \alpha \cdot \Delta T \\ 4 \times 10^{-3} = 20 \times \alpha \times \Delta T \\ \alpha \times \Delta T = 2 \times 10^{-4} \\ \Rightarrow \Delta L_2 = L_2 \times \alpha \cdot \Delta T \\ \Delta L_2 = 18 \times 2 \times 10^{-4} \\ \Delta L_2 = 0,0036 \text{ m} \rightarrow 3,6 \text{ mm}$$

5.

Penda
 B. A
 C. A
 D. A
 14. Grafik
 setiap

1. Soal
 2. Soal
 3. Soal
 4. Soal
 5. Soal
 6. Soal
 7. Soal
 8. Soal
 9. Soal
 10. Soal
 11. Soal
 12. Soal
 13. Soal
 14. Soal
 15. Soal
 16. Soal
 17. Soal
 18. Soal
 19. Soal
 20. Soal

1. Soal
 2. Soal
 3. Soal
 4. Soal
 5. Soal
 6. Soal
 7. Soal
 8. Soal
 9. Soal
 10. Soal
 11. Soal
 12. Soal
 13. Soal
 14. Soal
 15. Soal
 16. Soal
 17. Soal
 18. Soal
 19. Soal
 20. Soal

Lampiran 17. Hasil *Pretest-Posttest* Kelas Kontrol Dan Eksperimen

n	HASIL TES			
	KELAS KONTROL		KELAS EKSPERIMEN	
	PRETEST	POSTTEST	PRETEST	POSTTEST
1	12	53	34	91.5
2	27	53	15.5	95
3	16.5	46	32	92
4	25.5	51	28	90
5	27	56	35.5	89
6	7.5	59	33.5	90
7	26	69	20	79
8	25.5	60.5	17.5	90
9	31.5	64	26.5	87
10	30.5	56.5	30	91.5
11	13	55	22.5	90.5
12	11	54	39	89.5
13	8.5	48	21.5	89
14	15.5	47	21	86.5
15	29	53.5	17.5	84
16	34.5	69	33.5	91
17	15.5	46	42	94
18	22.5	58.5	15.5	91.5
19	21	66.5	33.5	85
20	22.5	61	32.5	81
21	27	70	15.5	79.5
22	10.5	47	25.5	91
23	22	61	22.5	87
24	33	51.5	26.5	80.5
25	25.5	56.5	29.5	85

26	21	54	31.5	86
27	20	46	30	95
28	30	67	23.5	78
29	34	56.5	21.5	81
30	29.5	57.5	23.5	84.5
31	25.5	55.5	26	85.5
32	8.5	65	28.5	83
33	35.5	64.5	20.5	87.5
34	40	65.5	33.5	96
35	28	59	23.5	94
RATA"	23.2	57.22857143	26.6428571	87.72857143
Nilai Maks	40	69	42	96
Nilai Min	7.5	46	15.5	78

Lampiran 18. Lembar Kisi-kisi Angket Respos Siswa

KISI-KISI ANGKET RESPON SISWA TERHADAP *REAL LABORATORY* PRAKTIKUM PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS *IOT* DAN APLIKASI ANDROID

No	Aspek	Indikator	Nomor Pernyataan
1	Motivasi belajar dan pemahaman konsep penerapan pemuaian benda	Alat peraga ini memudahkan untuk memahami konsep pemuaian benda	1, 4,
		Alat peraga ini menambah semangat untuk belajar	3
2.	Pengoperasian dan kinerja alat praktikum	Alat peraga mudah dioperasikan	2
		Alat peraga berfungsi dengan baik saat digunakan	6, 8
3.	Kualitas alat praktikum	Alat peraga aman digunakan	5
		Kualitas tampilan	7
		Tingkat akurasi alat peraga sangat tinggi	9, 10, 11

**LEMBAR ANGKET RESPON SISWASISWA TERHADAP *REAL LABORATORY*
PRAKTIKUM PEMUAIAN ZAT PADATBERBASIS *IoT* DAN APLIKASI ANDROID**

Nama :

Kelas/No :

Sekolah :

Hari/Tanggal :

Petunjuk :

1. Pada angket ini terdapat pernyataan berjumlah 11 butir. Bacalah secara teliti dan cermat setiap pernyataan.
2. Isilah sesuai dengan yang kamu alami selama pembelajaran menggunakan *real laboratory* praktikum pemuaian zat padatberbasis *IoT* dan aplikasi android.
3. Berilah tanda (√) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pendapatmu.
4. Angket ini tidak mempengaruhi nilai kamu, maka isilah semua pernyataan dengan sendiri dan jujur.

Keterangan :

STS : Sangat tidak setuju

TS : Tidak setuju

KS : Kurang setuju

S : Setuju

SS : Sangat setuju

No	Pernyataan	Tanggapan				
		STS	TS	KS	S	SS
1	Alat peraga fisikapemuaian zat padat dikembangkan mempermudah saya dalam memahami konsep koefisien muai panjang					

2	Alat peraga fisika pemuai zat padat mudah untuk dioperasikan					
3	Alat peraga fisika pemuai zat padat menambah semangat belajar saya					
4	Dengan menggunakan alat peraga pemuai benda, saya mampu memahami konsep pemuai zat padat dan suhu kalor					
5	Terdapat bagian kelistrikan yang dapat mengakibatkan saya tersengat listrik					
6	Alat peraga fisika pemuai zat padat berfungsi selama dioperasikan					
7	Tampilan alat pada HP/Smartphone melalui kamera terlihat jelas					
8	Ikon tombol pada aplikasi <i>blynk</i> berfungsi dengan baik					
9	Data hasil percobaan yang ditampilkan oleh aplikasi <i>blynk</i> sesuai dengan OLED					
10	Hasil data yang diperoleh sesuai dengan teori pemuai zat padat					
11	Alat peraga fisika pemuai zat padat memiliki tingkat ketelitian yang tinggi					

Lampiran 19. Lembar Validasi Angket Respons Siswa

LEMBAR VALIDASI

ANGKET RESPON SISWA TERHADAP *REAL LABORATORY* PRAKTIKUM PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS *IoT* DAN APLIKASI ANDROID

Dalam rangka penyusunan Skripsi dengan judul: Implementasi *real laboratory* praktikum pemuaian zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA, peneliti menggunakan instrumen angket respon siswa terhadap *Real Laboratory* Praktikum Pemuaian Zat Padat Berbasis *IoT* dan Aplikasi Android. Untuk itu peneliti meminta Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap instrumen yang dikembangkan tersebut. Penilaian dilakukan dengan memberi tanda cek (✓) pada kolom yang sesuai dalam matriks uraian aspek yang dinilai. Penilaian menggunakan rentang penilaian sebagai berikut:

1. tidak baik
2. kurang baik
3. baik
4. baik sekali

Selain Bapak/Ibu memberikan penilaian, dapat juga Bapak/Ibu memberikan komentar langsung di dalam lembar pengamatan. Atas bantuan penilaian Bapak/Ibu saya mengucapkan terima kasih.

NO	URAIAN	SKALA PENILAIAN			
		1	2	3	4
1	ASPEK PETUNJUK 1. Petunjuk lembar pengisian dinyatakan dengan jelas 2. Lembar angket respon mudah digunakan 3. Kriteria penilaian dinyatakan dengan jelas				✓ ✓ ✓
2	ISI 1. Kategori yang terdapat dalam angket respon siswa sudah mencakup semua aspek yang mendukung terlaksananya <i>Real Laboratory</i>				✓

	Praktikum Pemuaian Zat Padat Berbasis <i>IoT</i> dan Aplikasi Android.				√
	2. Butir-butir aspek penilaian dapat mengukur respon siswa dalam aktivitas keterlaksanaan <i>Real Laboratory</i> Praktikum Pemuaian Zat Padat Berbasis <i>IoT</i> dan Aplikasi Android.				√
	3. Butir-butir aspek yang terdapat dalam angket sudah relevan dengan unsur-unsur pendukung terlaksananya <i>Real Laboratory</i> Praktikum Pemuaian Zat Padat Berbasis <i>IoT</i> dan Aplikasi Android				√
	4. Uraian setiap aspek sudah dapat mengukur respon siswa terhadap <i>Real Laboratory</i> Praktikum Pemuaian Zat Padat Berbasis <i>IoT</i> dan Aplikasi Android secara keseluruhan.				
3	ASPEK BAHASA				
	1. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia.				√
	2. Rumusan pernyataan komunikatif				√
	3. Menggunakan bahasa (kata-kata) sederhana, mudah dimengerti, dan mudah dipahami.				√

4. PENILAIAN UMUM

Terhadap Lembar Angket Respon Siswa ini :

Dapat digunakan tanpa revisi ()

Dapat digunakan dengan revisi kecil (√)

Belum bisa digunakan ()

Mohon Bapak/Ibu menuliskan butir-butir saran/komentar di bawah ini, atau

menuliskan langsung pada naskah.

Lembar angket sudah cukup bagus, sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Tetapi ada beberapa salah ketik dan kalimat yang kurang efektif untuk bisa diperbaiki.

Semarang, 15 November 2022

Validator,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rida Herseptianingrum', enclosed in a light gray rectangular box.

(Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.)

WPS Office

Lampiran 20. Angket Respons Siswa

LEMBAR ANGKET RESPON SISWA SISWA TERHADAP *REAL LABORATORY* PRAKTIKUM PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS *IoT* DAN APLIKASI ANDROID

Nama : *Adha M*
 Kelas/No : *XI MIPA 7*
 Sekolah : *SMANSA*
 Hari/Tanggal :

Petunjuk :

1. Pada angket ini terdapat pernyataan berjumlah 11 butir. Bacalah secara teliti dan cermat setiap pernyataan.
2. Isilah sesuai dengan yang kamu alami selama pembelajaran menggunakan *real laboratory* praktikum pemuain zat padat berbasis *iot* dan aplikasi android.
3. Berilah tanda (√) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pendapatmu.
4. Angket ini tidak mempengaruhi nilai kamu, maka isilah semua pernyataan dengan sendiri dan jujur.

Keterangan :

STS : Sangat tidak setuju
 TS : Tidak setuju
 KS : Kurang setuju
 S : Setuju
 SS : Sangat setuju

No	Pernyataan	Tanggapan				
		STS	TS	KS	S	SS
1	Alat peraga fisika pemuain zat padat dikembangkan mempermudah saya dalam memahami konsep koefisien muai panjang				✓	
2	Alat peraga fisika pemuain zat padat mudah untuk dioperasikan				✓	
3	Alat peraga fisika pemuain zat padat menambah semangat belajar saya					✓
4	Dengan menggunakan alat perga pemuain benda, saya mampu memahami konsep pemuain zat padat dan suhu kalor				✓	
5	Terdapat bagian kelistrikan yang dapat mengakibatkan saya tersengat listrik	✓				
6	Alat peraga fisika pemuain zat padat berfungsi selama dioperasikan				✓	
7	Tampilan alat pada HP/Smartphone melalui kamera terlihat jelas				✓	
8	Ikon tombol pada aplikasi <i>blink</i> berfungsi dengan baik					✓
9	Data hasil percobaan yang ditampilkan oleh aplikasi <i>blink</i> sesuai dengan OLED				✓	
10	Hasil data yang diperoleh sesuai dengan teori pemuain zat padat				✓	
11	Alat peraga fisika pemuain zat padat memiliki tingkat ketelitian yang tinggi					✓

Lampiran 21. Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Belajar Siswa	Pretest Kontrol	.124	35	.195	.964	35	.302
	Posttest Kontrol	.086	35	.200*	.957	35	.192
	Pretest Eksperimen	.087	35	.200*	.979	35	.716
	Posttest Eksperimen	.117	35	.200*	.964	35	.293

Lampiran 22. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance						
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
NILAI	Based on Mean	4.434	1	68	.039	
	Based on Median	3.770	1	68	.056	
	Based on Median and with adjusted df	3.770	1	61.581	.057	
	Based on trimmed mean	4.400	1	68	.040	

Lampiran 23. Uji T-test

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Differe nce	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Hasil Belajar Fisika Pretest	Equal variances assumed	2.195	.143	-1.750	68	.085	-3.24286	1.8534 5	-6.94136	.45565
	Equal variances not assumed			-1.750	64.570	.085	-3.24286	1.8534 5	-6.94492	.45921

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 Fisika Posttest	Equal variances assumed	4.447	.039	-20.875	68	.000	-30.50000	1.46108	-33.41553	-27.58447
	Equal variances not assumed			-20.875	60.357	.000	-30.50000	1.46108	-33.42223	-27.57777

Lampiran 24. Uji N-Gain

n	HASIL TES					
	KELAS KONTROL		KELAS EKSPERIMEN			
	PRETEST	POSTTEST	N-Gain	PRETEST	POSTTEST	N-gain
1	7.5	46	0.28	15.5	78	0.71
2	8.5	46	0.33	15.5	79	0.72
3	8.5	46	0.34	15.5	79.5	0.73
4	10.5	47	0.34	17.5	80.5	0.74
5	11	47	0.35	17.5	81	0.76
6	12	48	0.35	20	81	0.76
7	13	51	0.36	20.5	83	0.76
8	15.5	51.5	0.36	21	84	0.77
9	15.5	53	0.37	21.5	84.5	0.79
10	16.5	53	0.37	21.5	85	0.8
11	20	53.5	0.4	22.5	85	0.8
12	21	54	0.4	22.5	85.5	0.8
13	21	54	0.4	23.5	86	0.81
14	22	55	0.41	23.5	86.5	0.82
15	22.5	55.5	0.42	23.5	87	0.83
16	22.5	56	0.42	25.5	87	0.83
17	25.5	56.5	0.43	26	87.5	0.83
18	25.5	56.5	0.43	26.5	89	0.83
19	25.5	56.5	0.43	26.5	89	0.84
20	25.5	57.5	0.45	28	89.5	0.85
21	26	58.5	0.46	28.5	90	0.86
22	27	59	0.47	29.5	90	0.86
23	27	59	0.47	30	90	0.86
24	27	60.5	0.47	30	90.5	0.87
25	28	61	0.48	31.5	91	0.88
26	29	61	0.48	32	91	0.88

27	29.5	64	0.5	32.5	91.5	0.88
28	30	64.5	0.5	33.5	91.5	0.88
29	30.5	65	0.53	33.5	91.5	0.88
30	31.5	65.5	0.53	33.5	92	0.9
31	33	66.5	0.56	33.5	94	0.9
32	34	67	0.58	34	94	0.92
33	34.5	69	0.58	35.5	95	0.93
34	35.5	69	0.59	39	95	0.94
35	40	70	0.62	42	96	0.94
RATA"	23.2	57.22857	0.4417	26.64286	87.72857	0.83314
Nilai Maks	40	70	0.62	42	96	0.94
Nilai Min	7.5	46	0.28	15.5	78	0.71

Kesimpulan Uji N-Gain

Skor Rata-Rata	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
Pretest	23,2	26,6
Posttest	57,2	87,7
	N-Gain = 0,44 Sedang	N-Gain = 0,83 Tinggi

Lampiran 25. LKPD



LEMBAR KERJA PESERTA DISIK
(LKPD)

Pemuaian Panjang pada Zat Padat

HARI/TANGGAL :

KELAS :

KELOMPOK :

ANGGOTA :

Satuan Pendidikan : SMA
Kelas / Semester : X/2
Mata Pelajaran : Fisika
Alokasi Waktu : 135 menit

Kompetensi

- 3.5. Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.
- 4.5. Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah dan melakukan percobaan untuk menyelidiki karakteristik termal suatu bahan, terutama kapasitas dan konduktivitas kalor.

Indikator

- 4.5.1 Menyusun alat untuk melakukan percobaan tentang pemuain pada zat padat.
- 4.5.2 Melakukan percobaan untuk menyelidiki pengaruh suhu pada proses pemuain.
- 4.5.3 Mendemonstrasikan hasil yang diperoleh dari percobaan .

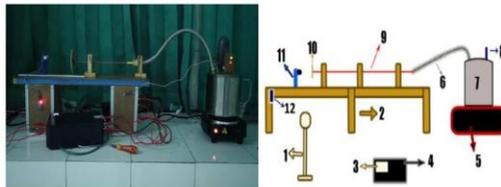
Tujuan

1. Siswa mampu menyusun alat dan melakukan percobaan tentang pemuaian pada zat padat.
2. Siswa mengetahui pengaruh suhu pada proses pemuaian.

Informasi singkat

Pemuaian Panjang

Pernahkah kamu mengamati kabel jaringan listrik pada pagi hari dan siang hari? Kabel jaringan akan tampak kencang pada pagi hari dan tampak kendur pada siang hari. Kabel tersebut mengalami pemuaian panjang akibat terkena panas sinar matahari. Alat yang digunakan untuk menyelidiki pemuaian panjang berbagai jenis zat padat adalah *musschenbroek*. *Real Laboratory* Praktikum Pemuaian zat padat merupakan pengembangan alat praktikum *musschenbroek*. Pemuaian suatu benda dipengaruhi oleh panjang mula-mula benda, besar kenaikan suhu, dan tergantung dari jenis benda.



Real Laboratory Praktikum Pemuaian zat padat berbasis IoT dan aplikasi Android

Besarnya panjang logam setelah dipanaskan adalah sebesar

$$L = L_0 + \Delta L$$

Besarnya panjang zat padat untuk setiap kenaikan 1°C pada zat sepanjang 1 m disebut koefisien muai panjang (α). Hubungan antara panjang benda, suhu, dan koefisien muai panjang dinyatakan dengan persamaan

$$\begin{aligned}\Delta L &= L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \\ L &= L_0 (1 + \alpha \Delta t)\end{aligned}$$

Keterangan:

L = Panjang akhir (m)

L_0 = Panjang mula-mula (m)

ΔL = Pertambahan panjang (m)

α = Koefisien muai panjang ($1/^\circ\text{C}$)

Δt = kenaikan suhu ($^\circ\text{C}$)

Beberapa Koefisien Muai Panjang Benda

No	Nama Bahan	Koefisien Muai Panjang ($1/^\circ\text{C}$)
1.	Intan	12×10^{-6}
2.	Kuningan	$1,9 \times 10^{-5}$
3.	Tembaga	$1,7 \times 10^{-5}$
4.	Es	510×10^{-6}
5.	Aluminium	$1,2 \times 10^{-5}$
6.	Baja	$1,1 \times 10^{-5}$
7.	Platina	$1,0 \times 10^{-5}$
8.	Kaca	$0,9 \times 10^{-5}$
9.	Pyrex	$0,3 \times 10^{-5}$
10	Invar	$0,1 \times 10^{-5}$

Alat

Real Laboratory Praktikum Penuaian zat padat berbasis IoT dan aplikasi Android

Bahan

- Logam aluminium
- Handphone
- Stop kontak

Prosedur Percobaan

- a) Mengamati
 - Bacalah bahan ajar dan LKS yang telah diberikan.
 - Amatilah gambar-gambar yang terdapat dalam bahan ajar dan lks.
 - Bacalah informasi singkat yang terdapat dalam LKS.
 - Pelajarilah cara menggunakan alat dan bahan yang akan digunakan.
 - Pelajarilah fungsi atau kegunaan dari masing-masing alat dan bahan.

b) Mengeksperimenkan

1. Download aplikasi blynk pada play store
2. Login menggunakan akun berikut :
Email : skripsikoefisienmuai@gmail.com
Password : Fisika2017
3. Blynk sudah berhasil login
4. Koneksikan box packaging sistem dan kontrol ke kerangka prototipe yang sudah dipasang sensor sesuai dengan pin yang sudah dituliskan pada box dan kerangka.
5. Hubungkan kompor listrik, solenoid valve, IP camera, dan adapter yang tersambung pada usb nodemcu ke terminal yang sudah disediakan untuk sistem dan kontrol sesuai dengan penamaan pada terminal.
6. Hubungkan terminal ke sumber tegangan listrik 220 ACV.
7. Nyalakan router atau WiFi portable, kemudian setting WiFi portable atau router dengan SSID labfisika dan password labfisika. Karena sistem sudah terprogram untuk mengoneksikan WiFi dengan SSID dan password tersebut.
8. Nodemcu untuk kontroling akan terkoneksi dengan WiFi. Tandanya adalah sistem, kompor listrik, dan solenoid valve akan menyala otomatis, jadi pengguna perlu mematakannya terlebih dahulu menggunakan aplikas blynk.
9. Sebelum memulai mengoprasikan hendaknya untuk menyetting IP pada IP camera terlebih dahulu.
10. Aplikasi blynk sudah bisa digunakan dan akan menampilkan seperti pada gambar 1.
11. Meskipun aplikasi sudah siap digunakan untuk dioprasikan. Pengguna harus mengecek air pada ketel terlebih dahulu. Pengguna bisa melihat indikator LED yang terpasang di atas ketel. Ada dua buah LED yaitu warna hijau dan merah. Jika LED merah dan hijau menyala maka ketel terisi $\geq 90\%$. Sedangkan jika LED merah menyala dan LED hijau mati maka ketel terisi $< 90\%$ dan $\geq 40\%$. Selanjutnya jika LED merah dan LED hijau mati maka ketel terisi $< 40\%$. Pengguna harus memastikan terlebih dahulu air pada keadaan ketel terisi $\geq 90\%$ dengan cara melihat indikator yang dipasang di atas ketel.
12. Pengguna bisa mengisi air pada ketel dengan menekan tombol kran pada aplikasi blynk. Bisa dilihat tampilan aplikasi blynk pada gambar 2 ada banyak sekali tombol dan penampil data. Kegunaan dari masing tombol dan penampil data adalah sebagai berikut :

- A. Tombol untuk pause dan play aplikasi
- B. Tampilan Video Streaming
- C. Tampilan Nilai L_0 dengan satuan cm
- D. Tampilan Nilai ΔL dengan satuan cm
- E. Tampilan Nilai T_0 atau suhu ruangan dengan satuan $^{\circ}\text{C}$
- F. Tampilan Nilai T atau suhu uap air pada ketel dengan satuan $^{\circ}\text{C}$
- G. Tombol report data
- H. Tombol untuk mengatur nilai L_0 sesuai sampel yang diuji
- I. Tombol Sistem
- J. Tombol Kompor Listrik
- K. Tombol Kran Air

Tuliskan hasil percobaanmu pada tabel pengamatan di bawah ini!

No	Variasi Panjang	L_1 (panjang akhir)	T_0 (suhu awal/ruangan)	T (suhu akhir)	α (koefisien muai panjang)
1	21 cm				
2	22 cm				
3	24 cm				

Gambar 1



Gambar 2



d) Menganalisis Data

1. Setelah logam-logam dipanaskan, apakah tampilan hasil percobaan di *Blynk* dan OLED sama?
2. Dari hasil percobaan yang dilakukan, apakah besar koefisien muai logam hitung sama dengan koefisien muai di tabel teori?
3. Apakah suhu berpengaruh terhadap proses pemuaian?
4. apakah panjang logam berpengaruh terhadap koefisien muai panjang? jelaskan!
5. Bagaimana hubungan antara koefisien muai panjang dan jenis logam dan panjang logam? Jelaskan!
6. Mengapa pemuaian zat padat secara kualitatif berbeda besarnya untuk jenis yang berbeda?
7. Buatlah laporan hasil kegiatan praktikum yang telah dilakukan

e) Mengkomunikasikan

- Tampilkan hasil diskusi dan laporan di depan kelas!

Lampiran 26. Surat Penunjukan Dosen Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-7643366 Semarang 50185

Semarang, 18 April 2022

Nomor : B-1924 /Un.10.8/J6/DA.04.09/04/2022

Lamp :

Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth. :

1. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
2. Agus Sudarmanto, M.Si.

Di Tempat

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat kami sampaikan, berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Fisika, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama,

Nama : Nabila Fauziyah
NIM : 1908066030
Judul : Implementasi *Real Laboratory* Praktikum Koefisien Muai Panjang Berbasis Iot dan Android untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI MIPA

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini kami sampaikan terimakasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

A.n Dekan
Prodi Pendidikan Fisika



Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP. 19760214 200801 1 001

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 27. Lembar Pengesahan Seminar Proposal



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah proposal skripsi berikut ini :

Judul : **IMPLEMENTASI REAL LABORATORY PRAKTIKUM PEMUAIAN ZAT PADAT BERBASIS IOT (INTERNET OF THING) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS XI MIPA**

Penulis : Nabila Fauziyah

NIM : 1908066030

Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam seminar proposal oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 22 November 2022

DEWAN PENGUJI

Penguji I


Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP.197602142008011011

Penguji III


Qisthi Fariyani, M.Pd.
NIP. 198912162019032017

Pembimbing I


Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP.197602142008011011

Penguji II


Istikomah, M.Sc.
NIP. 199011262019032021

Penguji IV


Affa Ardhi Saputri, M.Pd.
NIP. 199004102019032018

Pembimbing II


Agus Sudarmanto, M.Si
NIP. 19770823 200912 1 001

Lampiran 28. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 7643366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : http://fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.7604/Un.10.8/K/SP.01.08/11/2022 08 November 2022
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Nabila Fauziyah
NIM : 1908066030
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Implementasi Real Laboratory Praktikum Pemuatan Zat Padat Berbasis Internet Of Thing (IOT) Dan Aplikasi Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI MIPA

Dosen Pembimbing :1. Dr. Joko Budi Poernomo , M.Pd
2. Agus Sudarmanto , M.Si

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di Sekolah yang Bapak/Ibu Pimpin ,yang akan dilaksanakan tanggal 21 November s/d 05 Desember 2022

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



An. Dekan
Ketag. TU

Muh. Kharis, SH, M.H
Np. 19691710 199403 1 002

Tembusan Yth.
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip



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

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.7604/Un.10.8/K/SP.01.08/11/2022
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

08 November 2022

Kepada Yth.
Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Nabila Fauziah
NIM : 1908066030
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Implementasi Real Laboratory Praktikum Pemuain Zat Padat Berbasis Internet Of Thing (IOT) Dan Aplikasi Android Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI MIPA

Dosen Pembimbing :1. Dr. Joko Budi Poernomo , M.Pd
2. Agus Sudarmanto , M.Si

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di SMA Negeri 1 Semarang ,yang akan dilaksanakan tanggal 21 November s/d 05 Desember 2022

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan
TU

Kharis, SH, M.H

19691710 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 29. Surat Keterangan Telah Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1
SEMARANG**

Jalan Taman Menteri Supeno No. 1 Kota Semarang Kode Pos 50243
Telepon. (024) 8310447 – 8318539 Faksimili. (024) 8414851 Surat Elektronik : sma1semarang@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 070/905/XII/2022

Tentang

TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini Plt. Kepala SMA Negeri 1 Semarang , menerangkan :

nama	: Nabila Fauziyah
tempat / tanggal lahir	: Grobogan, 24 Agustus 2001
NIM	: 1908066030
Universitas	: UIN Walisongo Semarang
jurusan	: Pendidikan Fisika

telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Semarang dari tanggal 21 November s.d 5 Desember 2022 dengan judul “ Implementasi Real Laboratory Pratikum Pemuatan Zat padat berbasis IOT (Internet Of Thing) dan aplikasi android untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA”

Demikian, surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Semarang, 2 Desember 2022
Kepala Sekolah



Dr. Kustjo, S.Pd., M.Si
Disdusdikbud Tk I
NIP. 19710718 199702 1 004

Lampiran 30. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Wawancara dengan Guru fisika SMA N 1 Semarang



Pembelajaran dengan metode ceramah di kelas XI MIPA 8



Pembelajaran menggunakan *real laboratory* praktikum pemuatan zat padat berbasis *IoT* dan aplikasi android

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Sendiri

1. Nama Lengkap : Nabila Fauziah
2. TTL : Grobogan, 24 Agustus 2001
3. Alamat : Ds. Polaman, Jatipecaron, 02/04,
Kec. Gubug, Kab. Grobogan
4. HP : 081259273172
5. E-mail : nabilafauziah@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SD N Jatipecaron
 - b. MTs NU Banat Kudus
 - c. MA NU Banat Kudus
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. Madin Nurul Huda Polaman
 - b. Ponpes Darunnajah Kudus
 - c. Ponpes Yanaabiul 'ulum Warrohmah Kudus
 - d. PPPTQ Al-Hikmah Tugurejo Semarang

