

**RANCANG BANGUN SET EKSPERIMEN GERAK LURUS DENGAN
REMOTE LABORATORY BERBASIS INTERNET OF THINGS**



Oleh

ARIF FARMA PUTRA

NIM : 17034092/2017

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2022

**RANCANG BANGUN SET EKSPERIMEN GERAK LURUS DENGAN
REMOTE LABORATORY BERBASIS INTERNET OF THINGS**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh

ARIF FARMA PUTRA

NIM : 17034092/2017

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2022

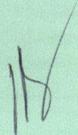
PERSETUJUAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN SET EKSPERIMEN GERAK LURUS DENGAN *REMOTE LABORATORY BERBASIS INTERNET OF THINGS*

Nama : Arif Farma Putra
NIM : 17034092
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

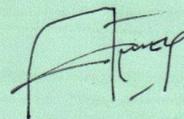
Padang, 22 Februari 2022

Mengetahui:
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP. 196901201993032 002

Disetujui Oleh :
Pembimbing



Dr. Asrizal, M.Si
NIP. 196606031992031001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Arif Farma Putra
NIM : 17034092
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

RANCANG BANGUN SET EKSPERIMEN GERAK LURUS DENGAN *REMOTE LABORATORY* BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

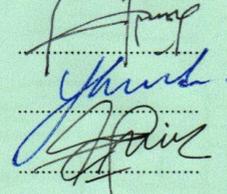
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 22 Februari 2022

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dr. Asrizal, M.Si
Penguji 1	: Yohandri, M.Si, Ph.D
Penguji 2	: Mairizwan, M.Si

Tanda tangan



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi 'dengan judul "Rancang Bangun Set Eksperimen Gerak Lurus dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things*" adalah asli karya sendiri;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian karya saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing;
3. Didalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan dalam perpustakaan;
4. Pernyataan ini saya buat sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh oleh karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Saya yang menyatakan,



Arif farma Putra
NIM. 17034092

ABSTRAK

Era Revolusi Industri 4.0 adalah era cyber atau era tanpa sekat dan batasan ruang dan waktu, merangsang sekaligus menumbuhkan kemajuan *sains-tecnology*. Pada saat ini pandemi covid-19 menyerang seluruh Indonesia. Pemerintah mengantisipasi dengan mentiadakan pertemuan tatap muka di elemen pendidikan. Akibat kebijakakan tersebut kegiatan praktikum terhalang. Agar kegiatan praktikum tetap berjalan dengan semesti dikembangkan alat berbasis *remote laboratory* . Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki spesifikasi peformansi, spesifikasi desain, dan hubungan kecepatan, percepatan, dan jarak dengan waktu pada Set eksperimen Gerak Lurus dengan *Remote Laboratory* berbasis *internet Of Things*.

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian rekayasa. Teknik pengukuran data terdapat dua cara yaitu penguran langsung dan pengukuran tidak langsung. Pengukuran langsung pada penelitian ini adalah jarak tempuh benda, sedangkan pengukuran tidak langsung yaitu kecepatan dan percepatan. Data yang telah didapatkan melalui pengukuran akan dianalis secara statistik dan grafik.

Berdasarkan data yang telah didapat, dapat diuraikan beberapa hasil penelitian. Set eksperimen menggunakan Node MCU ESP 8266 sebagai penghubung jaringan dari pengguna ke alat. Sensor yang digunakan adalah *infrared avoid obstacle* yang berfungsi sebagai penghitung waktu tempuh benda. Aplikasi blynk sebagai pusat kontrol alat. Set eksperimen Gerak Lurus dengan *Remote Laboratory* berbasis *internet Of Things* memiliki ketepatan rata-rata 98,6% dan ketelitian rata-rata 0,96. Data yang telah didapat menunjukkan set eksperimen ini dapat digunakan untuk eksperimen GLB dan GLBB.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, karena dengan berkat dan rahmat Nya peneliti telah dapat menulis dan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sebagai judul penelitian dari tugas akhir peneliti ini adalah “ Rancang Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things*”.

Dalam menulis dan menyelesaikan tugas akhir ini peneliti banyak mendapat bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Dengan dasar ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Asrizal, M.Si., sebagai Pembimbing atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Yohandri, M.Si., Ph.D., dan Bapak Mairizwan, M.Si., sebagai dosen penguji pada Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
4. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D., sebagai Ketua Prodi Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
7. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan. Adanya saran dan kritikan dari pembaca akan lebih menyempurnakan laporan ini di masa yang akan datang. Mudah-mudahan hasil laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Padang, 31 desember 2021

Peneliti

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Perumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Kajian Teori.....	6
1. Penelitian Rekayasa.....	6
2. Eksperimen	7
3. Gerak Lurus Beraturan (GLB).....	8
4. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)	9
5. <i>Remote Laboratory</i>	10
6. <i>Internet Of Things</i>	12
7. Komponen Elektronika.....	13
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Tempat dan Waktu	23
B. Alat dan Bahan	23

C.	Jenis Penelitian.....	23
D.	Data dan Variabel Penelitian.....	24
E.	Prosedur Penelitian.....	24
F.	Teknik Pengumpulan Data	28
G.	Teknik Analisis data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
A.	Hasil Penelitian	31
1.	Spesifikasi Performansi Set Eksperimen Gerak Lurus.....	32
2.	Spesifikasi Desain Set Eksperimen Gerak Lurus	39
3.	Hubungan Antara Besaran Fisika Pada Gerak Lurus	43
B.	Pembahasan.....	47
BAB V PENUTUP		51
A.	Kesimpulan.....	51
B.	Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Hubungan antara Waktu dan Posisi Pada Gerak Lurus Beraturan.....	8
Gambar 2 Hubungan Kecepatan terhadap waktu Gerak lurus beraturan.....	9
Gambar 3 Hubungan Jarak Terhadap Waktu Pada GLBB	10
Gambar 4 Hubungan Kecepatan Terhadap Waktu pada GLBB	10
Gambar 5 Skematik Pin Board Node MCU ESP 8266.....	14
Gambar 6 ESP CAM 32.....	15
Gambar 7 Power Supply	15
Gambar 8 Motor Stepper	16
Gambar 9 Driver Motor TB 6600	17
Gambar 10 Sensor <i>Infrared Avoid Obstacle</i>	18
Gambar 11 Relay 1 Chanel	18
Gambar 12 Motor DC 9V	19
Gambar 13 Driver Motor L298N	19
Gambar 14 Limit Switch.....	20
Gambar 15 LCD 20 x 4.....	21
Gambar 16 I2C (<i>Inter Integrated Circuit</i>)	21
Gambar 17 Susunan Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan <i>Remote Laboratory</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i>	25
Gambar 18 Rancangan Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan <i>Remote Laboratory</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i>	27
Gambar 19 Desain Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan <i>Remote Laboratory</i> Berbasis <i>Internet Of Things</i>	27
Gambar 20 Set Eksperimen Gerak Lurus	32
Gambar 21 Sensor <i>Infrared Avoid Obstacle</i>	33

Gambar 22 Benda yang Melewati Sensor.....	33
Gambar 23 Box Rangkaian.....	34
Gambar 24 Komponen Penyusun Pengontrol Sudut.....	35
Gambar 25 Power Supply 12V	35
Gambar 26 Driver Motor TB 6600	36
Gambar 27 Motor Stepper	37
Gambar 28 Kumparan Magnet.....	37
Gambar 29 <i>Limit Switch</i>	38
Gambar 30 Aplikasi Blynk	39
Gambar 31 Hubungan Jarak Dengan Waktu Pada Gerak GLB.....	44
Gambar 32 Hubungan Kecepatan Terhadap Waktu Pada Gerak GLB.....	45
Gambar 33 Hubungan Jarak Terhadap Waktu Pada Gerak GLBB.....	46
Gambar 34 Hubungan Kecepatan Terhadap Waktu Pada Gerak GLBB	46
Gambar 35 Hubungan Percepatan Terhadap Waktu Pada Gerak GLBB	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Ketepatan GLB	40
Tabel 2 Ketepatan GLBB.....	41
Tabel 3 Ketelitian Nilai kecepatan.....	42
Tabel 4. Data Pengukuran GLB.....	56
Tabel 5. Data Pengukuran GLBB	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengukuran.....	56
Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian.....	58
Lampiran 3 Aplikasi Blynk.....	58
Lampiran 4 Program	60

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Era Revolusi Industri 4.0 sekarang ini menjadi isu yang banyak diperbincangkan, termasuk di Indonesia. Era revolusi dalam arus global telah dimulai sejak abad ke 18 dan ditandai dengan penemuan mesin uap yang memungkinkan proses produksi dilakukan secara massal (Cholily, 2019). Era Revolusi Industri 4.0, disebut juga era cyber atau era tanpa sekat dan batasan ruang dan waktu, merangsang sekaligus menumbuhkan kemajuan *sains-technology* yang menghasilkan penciptaan mesin pintar, robot otonom, bahkan *Artificial Intelligent* (AI) (Priyanto, 2020). Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0 seharusnya mampu merespon kebutuhan revolusi industri dengan penyesuaian kurikulum baru sesuai situasi saat ini. Kurikulum tersebut mampu membuka jendela dunia melalui genggaman.

Corona virus adalah virus yang menyebabkan penyakit mulai dari gejala ringan sampai berat (Purba, 2021). Penularan corona virus (COVID-19) bisa melalui udara maka dari itu individu harus tetap berusaha menjaga jarak sosial satu dengan yang lain (*physical distancing*) (Nasruddin, 2020). Akibat dari pandemi covid-19 ini, banyak berbagai bidang ikut terdampak, salah satunya di bidang pendidikan. pemerintah mendorong semua elemen pendidikan agar dapat mengaktifkan kelas secara daring meskipun secara fisik sekolah telah tutup sementara (Herliandry, 2020). Banyak media pembelajaran yang sudah memanfaatkan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) untuk menunjang pembelajaran daring, seperti halnya media (*platform*) *Google Clasroom*, *Edmodo*, *Zenius*, *Zoom Meeting* dan lain-lain. Media (*platform*) tersebut dijadikan sarana guru atau dosen untuk menjalankan proses pembelaran pengganti tatap muka di kelas (Nuriansyah, 2020). Pembelajaran online merupakan salah satu solusi yang dibutuhkan oleh tenaga pendidik. Namun media

pembelajaran tersebut memiliki kelemahan yaitu tidak bisa melakukan kegiatan praktek/eksperimentasi.

Fisika merupakan bagian dari ilmu sains yang memahami tentang gejala - gejala yang terjadi di alam atau lingkungan sekitar (Supriyatna, 2019). Ilmu fisika sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia. Ilmu fisika akan berguna bagi manusia apabila sudah diwujudkan dalam bentuk hasil teknologi, Dengan ilmu fisika semua pekerjaan menjadi ringan karena adanya penerapan ilmu fisika yang di implikasikan dalam teknologi yang canggih (Harefa, 2019). Salah satu bidang kajian fisika yang tidak kalah pesat perkembangannya adalah elektronika. Kemajuan di bidang elektronika telah memberi pengaruh yang besar terhadap perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) bagi kehidupan manusia. Mobil yang bergerak melewati jalan tol dan kereta api yang berada diatas rel merupakan contoh materi fisika gerak lurus beraturan (GLB). Ketika kelapa jatuh dari pohonnya dan saat motor melewati turunan maka itu juga termasuk materi fisika gerak lurus berubah beraturan (GLBB).

Eksperimen penting dilakukan terutama di Jurusan Fisika. Penemuan-penemuan penting yang berhubungan dengan fisika muncul dengan adanya eksperimen. Eksperimen fisika bertujuan agar siswa maupun mahasiswa mampu memahami pelajaran berdasarkan gejala yang terjadi melalui pengamatan secara langsung (Sarjani, 2017). Namun, set eksperimen yang sudah ada tersebut masih banyak dilakukan dengan cara manual. Set eksperimen manual mempunyai beberapa kelemahan (Triaga, 2017). Kelemahan set eksperimen manual yaitu memerlukan beberapa orang untuk melakukannya serta pengolahan data nya memerlukan waktu yang lama.

Dari kondisi nyata diketahui eksperimen gerak lurus di Laboratorium fisika dasar Universitas Negeri Padang untuk percobaan gerak lurus masih menggunakan alat manual yaitu *ticker timer*. Keterbatasan pada *ticker timer* Pembacaan waktu benda menggunakan

stopwatch. Penelitian yang telah dikembangkan oleh mahasiswa fisika adalah eksperimen gerak lurus menggunakan “Air Track” dengan menggunakan sensor photogate sebagai penghitung waktu tempuh benda. Keterbatasan pada Air Track penggunaannya masih manual dan tidak bisa dikontrol dari jarak jauh. Adapun pengembangan *Virtual Laboratory* pada gerak lurus tetapi itu belum efektif karena itu hanya berupa simulasi dan membuat para siswa tidak bisa melihat bagaimana cara kerja alat secara riil (Safitri, 2020).

Berdasarkan kondisi nyata yang telah diuraikan penggunaan alat manual, terdapat beberapa masalah. Masalah pertama, pengkalibrasian masih dilakukan secara manual. Masalah kedua, untuk mengubah sudut dilakukan secara manual. Solusi yang telah dikembangkan sebelumnya menggunakan *virtual laboratory* masih belum efektif. Mengingat betapa pentingnya kegiatan pratikum fisika maka peneliti mengembangkan set eksperimen menggunakan *remote laboratory*. *Remote Laboratory* berkembang karena kemajuan teknologi komunikasi dan teknologi informasi saat ini. Penggunaan *Remote Laboratory* dapat mengoperasikan peralatan/melakukan eksperimen nyata secara jarak jauh (Diki, 2020). Alat yang berbasis *Remote Laboratory* bisa menampilkan cara kerja alat tersebut. Menampilkan cara kerja alat akan membuat para siswa lebih antusias dan semangat dalam melakukan kegiatan pratikum

Alasan peneliti memilih gerak lurus adalah gerak lurus merupakan salah satu fenomena fisika yang sering dijumpai dilingkungan sekitar. Alasan peneliti memilih *Remote Laboratory* adalah kurang efektifnya pembelajaran dengan sistem daring pada saat pandemi covid 19. Membuat pelajaran yang memiliki kegiatan pratikum menjadi terhambat. Adapun solusi yang dikemukakan yaitu *virtual laboratory*, tapi masih belum efektif. Pengembangan set eksperimen menggunakan *remote laboratory* menjadi solusi yang paling efektif untuk saat ini. Ketertarikan peneliti untuk meneliti ini yaitu karena kemajuan teknologi pada abad 21 ini, semua orang berlomba-lomba menciptakan aplikasi dan alat yang memudahkan

penggunanya. Peneliti sangat berharap bahwa *Remote Laboratory* sangat efektif disaat pandemi covid 19. Set eksperimen gerak lurus dengan *remote laboratory* berbasis *internet of things*. Set eksperimen ini dibuat secara otomatis dan set eksperimen ini bisa dilakukan dari jarak jauh. Set eksperimen ini sangat memudahkan peserta didik dimasa pendemi covid 19. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka peneliti tertarik mengakat judul penelitian ini “**Rancang Bangun Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things*”.**

B. Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pekerjaan dalam penelitian ini, maka perlu dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Parameter gerak yang divariasikan dari set eksperimen gerak lurus beraturan dengan *remote laboratory* adalah sudut kemiringan.
2. Ekperimen dilakukan GLB dan GLBB.
3. Eksperimen GLB mempunyai tiga variasi kecepatan
4. Pengujian untuk penelitian ini masih uji skala laboratorium

C. Perumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana spesifikasi perfomansi dari set eksperimen Gerak lurus beraturan dengan *remote laboratory* berbasis IoT?
2. Bagaimana spesifikasi desain dari set eksperimen Gerak lurus beraturan dengan *remote laboratory* berbasis IoT?

3. Bagaimana hubungan antara jarak dengan waktu, kecepatan dengan waktu, percepatan dengan waktu dalam eksperimen gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan?

D. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian adalah untuk merancang dan membangun laboratorium jarak jauh untuk menunjang praktikum fisika. Sementara itu, tujuan khusus penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan spesifikasi performansi dari set eksperimen gerak lurus dengan *remote laboratory* berbasis *internet of things*.
2. Menentukan spesifikasi desain dari set eksperimen gerak lurus dengan *remote laboratory* berbasis *internet of things*.
3. Menentukan hubungan antara jarak dengan waktu, kecepatan dengan waktu, percepatan dengan waktu dalam eksperimen gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.

E. Manfaat Penelitian

1. Kelompok bidang kajian elektronika dan instrumentasi, berguna untuk mengembangkan instrumen berbasis elektronika.
2. Bagi pratikan, dapat membantu kegiatan pratikum di masa pandemi COVID-19 terkhususnya materi GLB dan GLBB.
3. Bagi pembaca, menambah pengetahuan dan wawasan di bidang elektronika dan instrumentasi.
4. Bagi penelitian lain, sebagai sumber ide untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Penelitian Rekayasa

Penelitian Rekayasa adalah rekayasa disiplin untuk merancang, membangun, dan mengadaptasi metode, teknik, dan alat untuk pengembangan system informasi (Sunyaev, 2010). Penelitian Rekayasa Sama halnya dengan rekayasa perangkat lunak yang berkaitan dengan semua aspek produksi perangkat lunak, begitu juga rekayasa metode berurusan dengan semua kegiatan rekayasa yang berkaitan dengan metode, teknik dan alat. Penelitian yang akan dilakukan meliputi penelitian rekayasa. Penelitian rekayasa (*engineering*) adalah suatu kegiatan perancangan (*design*) yang tidak rutin, sehingga di dalamnya terdapat kontribusi baru, baik dalam bentuk proses maupun produk/*prototype* (Umar, 1994).

Penelitian rekayasa memiliki ciri-ciri. Ciri-ciri penelitian rekayasa yaitu menghasilkan sebuah desain, produk dan proses yang berguna. Hasilnya sangat berkaitan dengan kebutuhan. Penelitian rekayasa diterapkan dari menerapkan teori teori dan prinsip sains dan matematika dalam penelitian serta mengembangkan solusi untuk masalah tersebut.

Pada penelitian rekayasa terdapat beberapa langkah-langkah. Langkah-Langkah penelitian rekayasa yaitu mengemukakan ide-ide dan kejelasan tugas yang akan dilakukan, melakukan konseptual rancangan, susunan, geometri, fungsi, rancangan detail, pembuatan hasil perancangan dan melakukan pengujian. Hasil akhir dari penelitian rekayasa yang diperoleh dan didapatkan digunakan untuk melakukan perbaikan dalam perbaikan rancangan itu sendiri (Umar, 1994).

2. Eksperimen

Eksperimen adalah suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas serta melakukan pengamatan terhadap variabel-variabel terikat buat menemukan variasi yang ada bersamaan menggunakan manipulasi variabel bebas tersebut (Setyanto, 2013). Eksperimen ialah suatu cara penyajian mata pelajaran dimana siswa secara aktif mengalami dan membuktikan sendiri apa yang sedang dipelajarinya (Subekti, 2016).

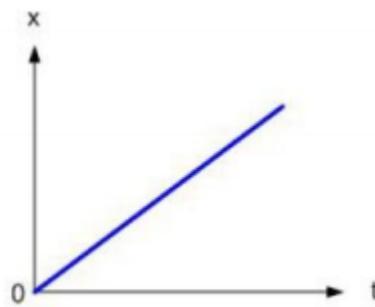
Eksperimen bertujuan membantu peserta didik dalam menemukan sendiri konsepnya sendiri. Pada saat eksperimen peserta didik diharapkan sepenuhnya terlibat dalam merencanakan eksperimen, melakukan eksperimen, menemukan fakta, mengumpulkan data, mengendalikan variabel, dan memecahkan masalah yang dihadapi secara nyata. Eksperimen juga bisa meningkatkan antusias siswa untuk belajar (Rismawati, 2016).

Eksperimen sangat penting dibidang fisika, karena fisika adalah pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian yang bersifat fisis yang mencakup proses, fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori dan sikap ilmiah yang bersifat siklik, saling berhubungan, dan menerangkan bagaimana gejala-gejala alam tersebut terukur melalui pengamatan dan penelitian (Subekti, 2016). Eksperimen akan membuktikan dari kebenaran fenomena fisika yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Set eksperimen merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk membantu dalam proses penentuan parameter-parameter yang akan diukur dalam penelitian (Meiza, 2017). Fungsi dari set eksperimen itu sendiri merupakan menjadi penunjang pembelajaran guna mempertinggi pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari (Muthmainnah, 2017).

3. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak lurus beraturan (GLB) adalah gerak pada lintasan lurus tanpa perubahan arah (tidak berbelok-belok, tidak berbalik arah) dengan kecepatan yang tetap pada selang waktu tertentu. Untuk menentukan posisi benda, diukur dari titik acuan tertentu (Febriana, 2021). Adapun pendapat artian lain nya yaitu Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus dan besar kecepatannya setiap saat selalu sama atau tetap . Gerak benda dapat dibedakan menurut keadaan benda dan lintasan yang dilalui benda (Deesera, 2017). Grafik hubungan antara waktu (t) dan posisi (x) tepat pada titik acuan gerak lurus beraturan terdapat pada Gambar 1.

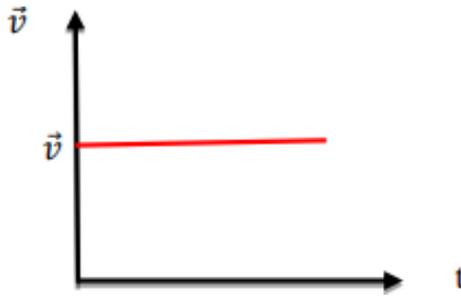


Gambar 1 Hubungan antara Waktu dan Posisi Pada Gerak Lurus Beraturan

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwat waktu yang ditunjukkan gambar diatas menunjukkan bahwa benda mulai diamati tepat pada titik acuan yaitu pada titik Menentukan selang waktu dari t_0 sampai t_1 kecepatan dirumuskan dalam Persamaan 1 :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (1)$$

Dari persamaan (1), terdapat grafik hubungan antara kecepatan dan waktu Lurus secara horizontal. Kecepatan objek GLB setiap saat adalah konstan, dan jarak antara Waktu adalah area di bawah kurva. Grafik jarak dan waktu terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan Kecepatan terhadap waktu Gerak lurus beraturan

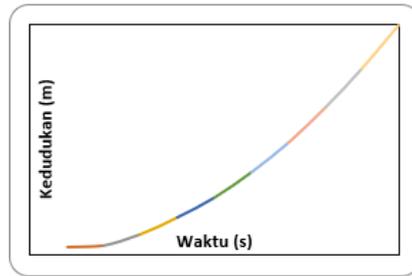
4. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) adalah gerak partikel pada lintasan berbentuk garis lurus dengan arah gerak tetap yang menempuh jarak berubah secara beraturan tiap satu satuan waktu. Gerak Lurus Berubah Beraturan biasa dikenal juga dengan nama Gerak Satu Dimensi dengan Percepatan Tetap (Prihatini, 2017). Suatu benda dikatakan melakukan GLBB jika percepatannya selalu konstan. Percepatan merupakan besaran vektor (besaran yang mempunyai besar dan arah). Percepatan konstan berarti besar dan arah percepatan selalu konstan setiap saat. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, telah disebutkan bahwa dalam GLBB, percepatan benda tetap atau konstan alias tidak berubah (Deesera, 2017). Percepatan rata-rata didefinisikan sebagai hasil perubahan kecepatan dengan selang waktu yang dibutuhkan untuk perubahan kecepatan, ditulis seperti pada persamaan (2) dan (3).

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (2)$$

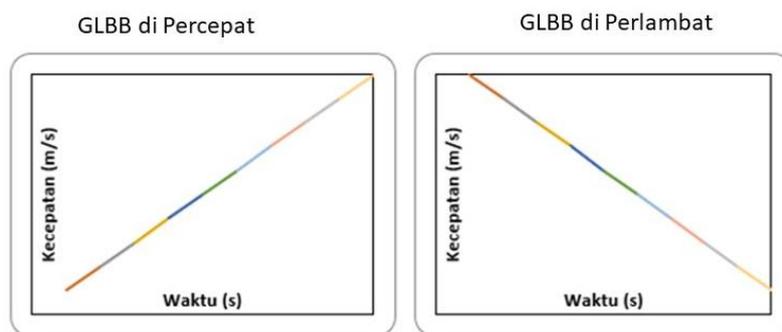
$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}}{t - t} \quad (3)$$

Untuk gerak lurus berubah beraturan, hubungan antara kedudukan dan waktu dapat dilukiskan dengan grafik seperti Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan Jarak Terhadap Waktu Pada GLBB

Berdasarkan Gambar 3 memperlihatkan hubungan jarak terhadap waktu pada gerak lurus berubah beraturan. Semakin lama benda bergerak, semakin jauh kedudukan benda terhadap kedudukan awalnya. Sementara itu, hubungan antara kecepatan dan waktu dilukiskan dengan grafik seperti Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan Kecepatan Terhadap Waktu pada GLBB

Berdasarkan Gambar 4 memperlihatkan hubungan kecepatan benda terhadap waktu tempuh benda pada gerak lurus berubah beraturan. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa kecepatan benda semakin besar atau semakin kecil secara linear terhadap waktu tempuh benda.

5. *Remote Laboratory*

Remote Laboratory adalah sistem yang didasarkan pada peralatan nyata, yang memungkinkan siswa melakukan kerja praktik melalui komputer yang terhubung ke internet (Considine, 2019). *Remote Laboratory* menurut definisi, adalah eksperimen yang dilakukan

dan dikendalikan jarak jauh melalui internet. Eksperimen menggunakan komponen nyata atau instrumentasi di lokasi yang berbeda dari tempat mereka dikendalikan (Chen, 2010).

Remote Laboratory bertujuan untuk memberi sarana untuk bereksperimen dari jarak jauh dengan peralatan nyata, tetapi melalui Internet, dengan cara yang mirip dengan laboratorium langsung. Penelitian menunjukkan bahwa *remote laboratory* adalah alat pengajaran yang efektif, dan bahwa mereka bisa sama efektifnya dengan yang setara (Mayoz, 2021). *Remote Laboratory* memungkinkan pengguna untuk melakukan sesi eksperimen dan dapat dilakukan dimana saja, asalkan koneksi internet ke peralatan laboratorium tersedia (Angrisani, 2020)

Remote Laboratory memiliki beberapa karakteristik salah satunya memiliki oleh seperangkat perangkat keras yang lolos untuk proses adaptasi menggunakan arsitektur perangkat lunak tertentu untuk memungkinkan siswa dalam di mana saja dan kapan saja untuk melakukan aktivitas melalui Internet. *Remote Laboratory* ini didukung oleh beberapa modul perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang untuk memungkinkan pengguna akses Internet jarak jauh ke fungsionalitas eksperimen yang diuji (Costa, 2020).

Remote Laboratory memiliki manfaat yang sangat besar dalam dunia pendidikan, salah satunya praktis dalam melakukan eksperimen. Pemanfaatan *Remote Laboratory* dibidang fisika pada penelitian ini yaitu pada gerak lurus. Pemanfaatan lainnya para siswa mampu beradaptasi dengan era revolusi industri 4.0 (Letowsk, 2020).

Remote Laboratory memiliki kelebihan yaitu pengukuran dapat dilakukan dimana saja (Chen, 2010). Kelebihan lainnya yaitu pengaturan kalibrasi tidak dilakukan oleh manusia (*user*) tapi dilakukan oleh sistem. Penggunaan *Remote Laboratory* juga memiliki kelemahan yaitu pengguna harus selalu terhubung dengan internet. Kelemahan lainnya yaitu karena *remote laboratory* pengukuran jarak jauh membuat kurangnya pengalaman secara nyata dari sistem eksperimen tersebut.

6. Internet Of Things

Internet of Things 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 (Efendi, 2018). *Internet of Things* di Indonesia sudah dimanfaatkan dalam berbagai sektor contohnya alat monitor tekanan darah di bidang kesehatan, pembuatan *drone* di bidang militer, serta pemanfaatan sensor untuk mengatur air pertanian. Berkembang pesatnya IoT di Indonesia akan menuntun Indonesia ke Industri 4.0.

Internet of Things adalah isu besar di Internet. diiharapkan bahwa miliaran hal fisik atau benda akan dilengkapi dengan berbagai jenis sensor terhubung ke internet melalui jaringan serta dukungan teknologi seperti tertanam sensor dan aktualisasi , frekuensi radio Identifikasi (RFID), jaringan sensor nirkabel, *real-time* dan layanan web, IOT sebenarnya cyber fisik sistem atau jaringan dari jaringan (Junaidi, 2015).

Tujuan *Internet of Things* adalah untuk membuat manusia berinteraksi dengan benda lebih mudah, bahkan dengan tujuan supaya benda juga bisa saling berkomunikasi dengan benda yang lainnya. Salah satu caranya adalah dengan menambahkan sensor pada suatu objek benda yang ingin dipantau atau dimonitor untuk mengetahui keberadaanya atau bahkan kondisi juga tata letaknya, Sensor tersebut dikoneksikan dengan internet dengan menambahkan sebuah pemetaan atau mapping sehingga bisa diketahui letak posisinya. Pemanfaatan *Internet of Things* bisa menggunakan web ataupun aplikasi. Untuk penelitian ini peneliti menggunakan aplikasi blynk.

Blynk adalah platform software yang bisa diunduh secara gratis buat iOS dan Android yang berfungsi mengontrol Arduino, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet. Blynk didesain buat Internet of Things menggunakan tujuan dapat mengontrol hardware asal jeda jauh, bisa menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, visual dan melakukan poly hal

canggih lainnya. Terdapat tiga komponen primer pada platform yaitu Blynk App, Blynk Server, serta Blynk Library (Supegina, 2017).

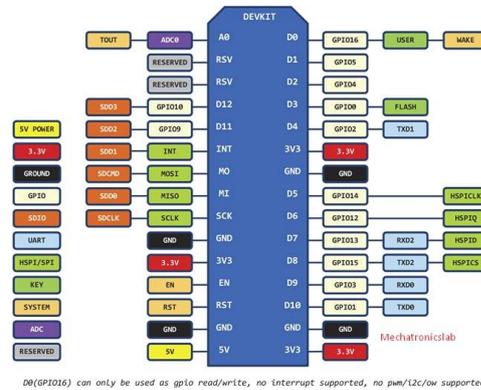
7. Komponen Elektronika

a. Node Mcu ESP 8266

ESP 8266 dari seri ESP besutan *Espressif System*, juga *firmware* yang digunakan merupakan bahasa pemrograman *scripting Lua*. Istilah Node MCU secara umum sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada perangkat keras *development kit*, dan Node MCU juga bisa diartikan sebagai board arduino-nya ESP 8266. NodeMCU juga support dengan software Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan pada board manager di dalam software Arduino IDE yaitu dengan menambahkan URL untuk mengunduh board khusus NodeMCU pada *board manager* (Efendi, 2019). Spesifikasi NodeMCU ESP 8266

- 1) Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (*Single on Chip*) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
- 2) 2 tantalum kapasitor 100 *micro farad* dan 10 *micro farad*.
- 3) 3.3v LDO regulator. 4. *Blue* led sebagai indikator. 5. Cp2102 usb to UART *bridge*.
- 4) Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
- 5) Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
- 6) 3 pin ground.
- 7) S3 dan S2 sebagai pin GPIO
- 8) S1 MOSI (*Master Output Slave Input*) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.
- 9) S0 MISO (*Master Input Slave Input*) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
- 10) SK yang merupakan SCLK dari master ke *slave* yang berfungsi sebagai *clock*.
- 11) Pin Vin sebagai masukan tegangan. Built in 32-bit MCU.

NodeMCU mempunyai 4 pin sumber yaitu satu pin VIN dan tiga pin 3,3V. NodeMCU juga memiliki 17 pin GPIO yang bisa digunakan dengan fungsi yang berbeda. Skematik pin board NodeMCU ESP 8266 terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5 Skematik Pin Board Node MCU ESP 8266

b. ESP Cam 32

ESP CAM 32 Merupakan modul lengkap dengan mikrokontroler terintegrasi, yang dapat membuatnya bekerja secara mandiri. Selain konektivitas WiFi + Bluetooth, modul ini juga memiliki kamera video terintegrasi, dan slot microSD untuk penyimpanan. ESP32 adalah chip combo 2,4 GHz Wi-Fi-dan-Bluetooth tunggal yang dirancang dengan teknologi TSMC ultra daya rendah 40 nm. Ini dirancang untuk mencapai daya dan kinerja RF terbaik, menunjukkan ketahanan, keserbagunaan, dan keandalan dalam berbagai aplikasi dan skenario daya (Supriyadi, 2020). Adapun bentuk dari ESP CAM 32 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 ESP CAM 32

Berdasarkan Gambar 6 ESP CAM 32 menghasilkan output berupa gambar. Tegangan maksimal untuk ESP CaM 32 adalah 5V. ESP CAM 32 sudah banyak dikembangkan di untuk memudahkan atau memberi keamanan bagi para penggunanya. Salah satu pemanfaat ESP CAM 32 adalah membuka pintu menggunakan *facelock*.

c. Power Supply 12V

Power Supply adalah peralatan penyedia tegangan atau sumber daya untuk peralatan elektronika dengan prinsip mengubah tegangan listrik yang tersedia dari jaringan distribusi transmisi listrik ke level yang diinginkan sehingga berimplikasi pada perubahan daya listrik (Almanda, 2017). Bentuk dari Power suplay terdapat pada Gambar 11.



Gambar 7 Power Supply

Berdasarkan Gambar 7 adalah bentuk Power Supply. Power Supply akan menyuplai tegangan secara langsung kepada komponen. Power Supply juga berfungsi mengubah

tegangan AC menjadi DC. Power supply 12V akan diinputkan AC dan akan di ubah menjadi tegangan DC

d. Motor Stepper dan Driver Motor TB 6600

Motor stepper adalah motor DC yang bergerak dalam langkah diskrit. Mereka memiliki banyak kumparan yang diatur dalam kelompok yang disebut "fase". motor stepper hanya mempunyai kumparan pada bagian stator sedangkan pada bagian rotor merupakan magnet permanen (bahan *ferromagnetic*). Stator merupakan kumparan yang mempengaruhi motor yang sesuai dengan fasanya, sedangkan rotor magnet permanen yang bergerak terhadap kumparan / stator. Motor stepper memiliki beberapa kebutuhan standar yang harus dipenuhi agar dapat bekerja dengan baik. Kebutuhan itu antara lain, Tegangan/arus yang memadai untuk setiap lilitan pada langkah tiap step. Lama pemberian tegangan/arus untuk setiap langkah atau step (Syafarudin, 2017). Bentuk motor stepper terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Motor Stepper

Berdasarkan gambar 8 motor stepper berbentuk persegi, Untuk menjalankan motor stepper bisa menggunakan driver motor TB 6600. Bentuk dari driver motor TB 6600 dapat dilihat pada Gambar 9.



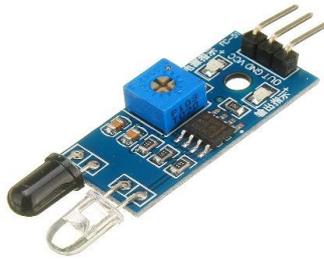
Gambar 9 Driver Motor TB 6600

Berdasarkan Gambar 9 adalah bentuk dari Driver Motor TB 6600. Arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh *mikrokontroller* terlalu kecil sehingga tidak bisa menggerakkan motor stepper. Maka, dari itu kita memerlukan Driver motor untuk menaikkan tegangan dan arus yang dikeluarkan. Diver motor Tb 6600 mempunyai daya tinggi dengan arus maksimum 4,5 ampere dan arus starting hingga 5A. Tegangan untuk driver ini mampu menampung hingga 45 Volt. Spesifikasi tersebut menyatakan driver ini mampu menggerakkan motor stepper dengan menghasilkan kecepatan serta torque yang diinginkan (Suryati, 2019).

e. **Sensor *Infrared Avoid Obstacle***

Sensor *infrared avoid obstacle* adalah sensor yang menghasilkan *output* 1 dan 0. Modul sensor ini terdiri dari komponen utama yaitu inframerah (IR *emitter*) dan photodiode (IR *receiver*) yang berfungsi sebagai pendeteksi objek yang berada di depannya. Photodiode adalah suatu jenis diode yang resistansinya akan berubah-ubah apabila terkena sinar cahaya. Resistansi dari photodiode dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya (Setyaningsih, 2017).

Sensor inframerah adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mendeteksi sebuah benda ketika cahaya inframerah tertutup oleh sebuah benda (Supriyatna, 2021). Cara kerja dari Modul sensor *infrared avoid obstacle* yaitu ketika diberi sumber tegangan, IR *emitter* akan memancarkan cahaya inframerah yang kasat mata, cahaya yang dipancarkan akan di pantulkan Kembali setelah itu akan diterima oleh (IR *receiver*). Modul sensor *infrared avoid obstacle* terdapat pada Gambar 10.



Gambar 10 Sensor *Infrared Avoid Obstacle*

f. Relay 1 Chanel

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*) (Saleh, 2017). Bentuk dari relay 1 chanel terdapat pada Gambar 11.



Gambar 11 Relay 1 Chanel

Gambar 11 bentuk dari relay 1 chanel. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu, *Electromagnet* (Coil), *Armature*, *Switch Contact Point* (Saklar), Spring.

g. Motor DC 9V dan Driver motor L29N

Perangkat yang dapat mengkonversi tenaga listrik menjadi tenaga mekanik dinamakan dengan motor DC. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya (Muhardian, 2020). Penggunaan motor DC dalam dunia industri sangat umum digunakan maupun dalam piranti pendukung sistem instrument elektronik. Tetapi, kestabilan kecepatan motor DC sulit untuk dikendalikan. Bentuk motor dc terdapat pada Gambar 12.



Gambar 12 Motor DC 9V

Gambar 12 motor DC 9V. Mengatur kecepatan atau mengatur PWM dari motor dc memerlukan driver motor L298N. bentuk dari driver motor L298N terdapat pada Gambar 13.



Gambar 13 Driver Motor L298N

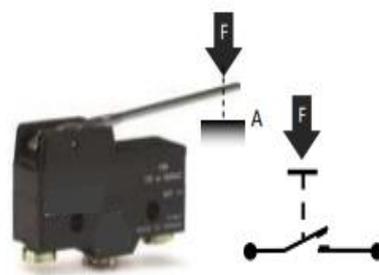
Berdasarkan gambar 13 Driver Motor L298N merupakan sebuah motor driver berbasis IC L298 dual H-bridge. Motor driver ini berfungsi untuk mengatur arah ataupun kecepatan motor DC (Zanofa, 2020).

Berikut adalah beberapa fungsi dari driver motor L298N

- *Enable A* : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor A
- *Enable B* : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor B
- *Control Pin* : Sebagai kendali perputaran dan kecepatan motor yang dihubungkan ke Mikrokontroler.

h. Limit Switch

Limit Switch (saklar-pembatas) adalah saklar yang salah satu teknik aktuasinya menggunakan katup yang lentur (biasanya dari logam) untuk menekan bagian-koneksinya (Suntoro, 2021). *Limit switch* berfungsi untuk membatasi gerakan benda. Bentuk limit switch terdapat pada Gambar 14.

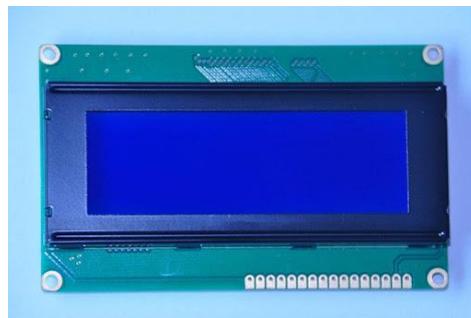


Gambar 14 Limit Switch

Gambar 14 bentuk dan limit switch. Prinsip kerja limit switch yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya di tekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut.

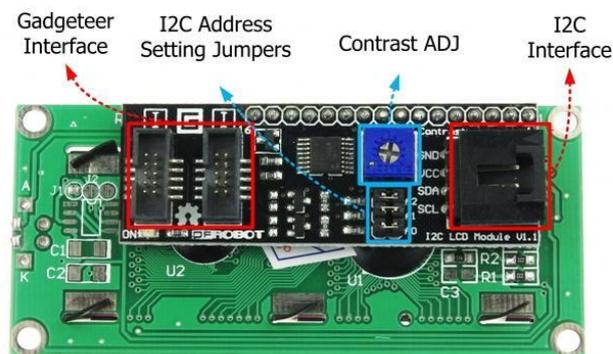
i. ICD I2C 20 x 4

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*). Bentuk dari LCD 20 x 4 terdapat pada Gambar 15.



Gambar 15 LCD 20 x 4

Berdasarkan gambar 15 bentuk LCD 20 x 4, Lcd 20x4 mempunyai 16 pin, untuk meminalisir pin itu baiknya menggunakan modul I2C. Bentuk darimodul I2C terdapat pada Gambar 16.



Gambar 16 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

Gambar 16 bentuk I2C, I2C merupakan modul yang didesain untuk meminimalkan penggunaan pin pada saat menggunakan display LCD 16x2. Normalnya sebuah LCD 16x2 akan membutuhkan banyak pin dan 1 buah potensiometer untuk dapat diaktifkan. Namun dengan I2C penggunaan pin pada arduino akan berkurang, sehingga hanya membutuhkan 2 pin saja. Setiap I2C terdiri dari 2 sinyal yang dikirim pada arduino, yaitu SCL dan SDA. Yang mana SCL adalah sinyal clock, dan SDA adalah sinyal data

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data serta pembahasan terhadap Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things* yang telah diuraikan, maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan dari penelitian yaitu :

1. Hasil spesifikasi performansi dari penelitian ini terdiri dari Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things* yang berukuran 60x20 cm, dengan dua buah Sensor *infrared avoid obstacle* sebagai awal dan stop. Kumparan magnet sebagai penahan benda, dan LCD 4 x 20 sebagai tampil waktu tempuh benda. pengontrolan sudut kemiringan otomatis yang tersusun dari *power supply* sebagai catu daya, kumparan magnet sebagai penahan beban, dan dua buah limit switch sebagai pembatas.
2. Hasil spesifikasi desain dari Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things* terdiri dari nilai ketepatan dan ketelitian.
 - a) Nilai ketepatan Eksperimen GLB yang didapatkan adalah 98,38% dan persentase kesalahan 1,62 %. Sedangkan Nilai ketepatan GLBB yang didapat adalah 97,26% dan persen kesalahan yang didapat 2,73%.
 - b) nilai ketelitian kecepatan yang didapatkan pada percobaan GLB adalah 0,97 dan persen kesalahan 1,60 %. Nilai ketelitian percepatan yang didapat pada percobaan GLBB adalah 0,95 dan persen kesalahan 2,74%.
3. Pengaruh kecepatan, percepatan, dan jarak terhadap waktu. Pada percobaan GLB pengaruh jarak terhadap waktu adalah berbanding lurus, sedangkan pengaruh kecepatan terhadap waktu adalah konstan. Pada percobaan GLBB pengaruh jarak terhadap waktu

berbentuk parabola, pengaruh kecepatan terhadap waktu adalah berbanding lurus, sedangkan pengaruh percepatan terhadap waktu adalah konstan.

B. Saran

Berdasarkan hasil yang telah dicapai dan kendala yang ditemukan dalam penelitian.

Sebagai saran untuk tindak lanjut dan pengembangan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things* ini bisa digunakan pada Laboratorium Fisika sekolah khususnya sekolah menengah atas yang mempelajari tentang gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.
2. Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things* Selain bisa ditampilkan dengan LCD dan aplikasi Blynk, Set ini bisa dihubungkan dengan personal Komputer (PC).
3. Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things* dapat dilakukan dari jarak jauh sehingga sangat efektif untuk masa pandemi saat sekarang ini.
4. Set Eksperimen Gerak Lurus Dengan *Remote Laboratory* Berbasis *Internet Of Things* untuk peneliti selanjutnya agar menambah panjang lintasan dan penambahan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Almanda, D., & Yusuf, H. (2017). *Perancangan Prototype Proteksi Arus Beban Lebih Pada Beban DC Menggunakan Mikrokontroler* (Vol. 14). Jakarta: Jurnal Elektrum.
- Angrisani, L., Bonavolontà, F., D'Arco, M., & Li, A. (2020). *A flexible remote laboratory with programmable device under test*. Napoly: Elsevier.
- Asrizal, Hendri, A., Hidayati, & Festiyed. (2018). *Penerapan Model Pembelajaran Penemuan Mengintegrasikan Laboratorium Virtual dan Hots Untuk Meningkatkan Hasil Pembelajaran Siswa SMA Kelas XI*. Padang: Prosiding PDS UNP.
- Chen, X., Song, G., & Zhang, Y. (2010). *Virtual and Remote Laboratory Development*. Houston: Asce.
- Cholily, Y. M., Putri, W. T., & Kusgiarohmah, A. P. (2019). *Pembelajaran Di Era Revolusi Industri 4.0*. Malang: Seminar Nasional Penelitian Pendidikan Matematika (Snp2m).
- Costa, R., Pérola, F., & Felgueiras, C. (2020). *A remote laboratory to teach and learn the ATmega328p*. Porto, Portugal: Engineering Education Conference (EDUCON).
- Deesera, V. S., Ilhamsyah, & Triyanto, D. (2017). *Rancang Bangun Alat Ukur Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) Pada Bidang Miring Berbasis Arduino*. Pontianak: Coding Sistem Komputer Untan.
- Diki, Handayani, S. K., & Satyadini, M. (2020). *Design of Remote Laboratory at the Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Efendi, Y. (2018). *Internet Of things (IOT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspeberry Pi Berbasis Mobile* (Vol. 4). Pekanbaru: Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer.
- Febriana, A. E., & Nada, A. Q. (2021). *Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)*. Semarang: Jurnal Kependidikan Betara (JKB).
- Harefa, A. R. (2019). *Peran Ilmu Fisika Dalam Kehidupan Sehari-Hari*. Jurnal Warta Dharmawangsa.
- Herliandry, L. D., Nurhasanah, N., Suban, M. E., & Kuswanto, H. (2020). *Pembelajaran pada masa pandemi COVID-19*. Jurnal Teknologi Pendidikan.
- Junaidi, A. (2015). *Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya*. Bandung: Jurnal Ilmiah Informasi Terapan.
- Kirkup, L. (1994). *Experimental Method An Introduction to The Analysis and Presentation of Data*. Singapore: John Willey & Sons.
- Letowsk, B., Lavayssière, C., Larroque, B., Schröder, M., & Luthon, F. (2020). *A Fully Open Source Remote Laboratory for Practical Learning*. France: Eletronics.

- Mayoz, C. A., & Beraldo, A. d. (2021). *Laboratorium Jarak Jauh FPGA*. Spanyol: Universidad Pública de Navarra.
- Meiza, N., Yulkifli, & Kamus, Z. (2017). *Pembuatan Set Eksperimen Muai Panjang Digital Berbasis Mikrokontroller Atmega 328*. Padang: Pillar of Physics.
- Muhardian, R., & Krismadinata. (2020). *Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka* (Vol. 6). Padang: JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional).
- 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*. Mataram: Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi.
- Nasruddin, R., & Haq, I. (2020). *Pembatasan sosial berskala besar (PSBB) dan masyarakat berpenghasilan rendah*. Salam: Jurnal Sosial & Budaya Syar.
- Nuriansyah, F. (2020). *Efektifitas Penggunaan Media Online Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mahasiswa Pendidikan Ekonomi Saat Awal Pandemi Covid-19*. Bandung: Jurnal Pendidikan Ekonomi Indonesia.
- Prihatini, S., Handayani, W., & Agustina, R. D. (2017). *Identifikasi Faktor Perpindahan Terhadap Waktu Yang Berpengaruh Pada Kinematika Gerak Lurus Beraturan (GLB) Dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)*. Bandung: Journal of Teaching and Lea.
- Priyanto, A. (2020). *Pendidikan Islam dalam Era Revolusi Industri 4.0* (Vol. 6). Purwokerto: Jurnal Pendidikan Agama Islam.
- Purba, I., & Pasu, H. M. (2021). *Implementasi Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2018 Tentang Keekarantinaan Kesehatan di Jawa timur Menghadapi Pandemi Covid 19*. Surabaya: Jurnal Pahlawan.
- Rismawati, Ratman, & Adi Imrah dewi. (2016). *Penerapan Metode Eksperimen dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Energi Panas pada Siswa Kelas IV SDN No. 1. Sulawesi Tengah: Jurnal Kreatif Tadulako*.
- Safitri, H. (2020). *Persepsi Siswa Terhadap Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran Fisika Topik Gerak Lurus (Survey Terhadap Siswa Kelas X Sman 87 Jakarta Selatan)*. Jakarta: Jurnal Pendidikan.
- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). *Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay* (Vol. 8). Jakarta: Jurnal Teknologi Elektro.
- Sarjani, F., Yohandri, & Kamus, Z. (2017). *Pembuatan Set Eksperimen Gerak Parabola Digital Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Untuk Mengukur Parameter Gerak*. Padang: Pillar of Physics,.
- Setyaningsih, E., Prastiyanto, D., & Suryono. (2017). *Penggunaan Sensor Photodiode sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang Vertical Take-Off Landing (VTOL)* (Vol. 9). Semarang: Jurnal Teknik Elektro.

- Setyanto, E. (2013). *Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen dalam Kajian Komunikasi* (Vol. 3). Jurnal Ilmu Komunikasi.
- Subekti, Y., & Ariswan, A. (2016). *Pembelajaran Fisika dengan Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Proses Sains*. Yogyakarta: Jurnal Inovasi Pendidikan IPA.
- Suntoro, A., Shobari, I., Subchan, M., Bagaskara, Z. E., & Nur, W. (2021). *Disain Konsep Perangkat Uji-Banding Keandalan Antara Limit-Switch Menggunakan Metoda Mekanik Dan Proximity Pada Komponen Crdm Di Reaktor Kartini* (Vol. 18). Yogyakarta: Jurnal PRIMA.
- Sunyaev, A., Hansen, M., & Krcmar, H. (2010). *Method Engineering: A Formal Description*. Munchen: Technische Universitat Munchen.
- Supegina, F., & Setiawan, E. J. (2017). *Rancang Bangun Iot Temperature Controller Untuk Enclosure Bts Berbasis Microcontroller Wemos Dan Android* . Jakarta: Jurnal Teknologi Elektro.
- Supriyadi, E., & Widyantoko, W. (2020). *Perancangan Bangun Alat Detector Start Finish Berbasis Nodemcu* (Vol. 3). Jakarta Selatan: Sainstech.
- Supriyatna, & Roza, L. (2021). *Analisis Keakuratan Sensor Inframerah Dan Stopwatch Pada Praktik Glb Dan Glbb*. Jakarta: Jurnal Inovasi Penelitian.
- Supriyatna, Ermawati, I. R., & Salsabila, R. A. (2019). *Menentukan Pengukuran Kecepatan Simulasi Kereta Api Berbasis Mikrokontroler (Arduino) Dengan Menggunakan Bilangan Kompleks* (Vol. 4). Jakarta: Jurnal Teknoka.
- Suryati, Misriana, & Fauziah, A. (2019). *Pengaturan Gerakan Translasi Menggunakan Motor Stepper* (Vol. 3). Aceh: Jurnal Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Syafarudin, F., & Anto, B. (2017). *Rancang Bangun Saklar Pemindah Otomatis Berpenggerak Motor Stepper Variable Reluctance Dengan Pengendali Mikrokontroler ATmega8535* (Vol. 4). Riau: jurnal jom FTEKNIK.
- Triaga, E., Yulkifli, & Yohandri. (2017). *Pembuatan Air Track Untuk Eksperimen Kinematika Dan Dinamika Berbasis Mikrokontroler Atmega 328*. Padang: Pillar of Physics.
- Umar, F. (1994). *Metodologi Penelitian untuk Insinyu*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., & Bakri, M. (2020). *Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3* (Vol. 1). Bandar Lampung: JTIKOM.