RANCANG BANGUN *TOOL* PEMODELAN EKSPERIMEN GERAK LURUS DIBANTU MOBIL-MOBILAN DENGAN KONTROL LAJU UNTUK ANALISIS VIDEO *TRACKER*

Oleh:
Firma Lestari
NIM 16034009

PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022

RANCANG BANGUN *TOOL* PEMODELAN EKSPERIMEN GERAK LURUS DIBANTU MOBIL-MOBILAN DENGAN KONTROL LAJU UNTUK ANALISIS VIDEO *TRACKER*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains

Oleh:
Firma Lestari
NIM 16034009

PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN TOOL PEMODELAN EKSPERIMEN GERAK LURUS DIBANTU MOBIL-MOBILAN DENGAN KONTROL LAJU UNTUK ANALISIS VIDEO TRACKER

Nama	: Firma Lestari
NIM	: 16034009
Program Studi	: Fisika
Jurusan	: Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 21 Februari 2022

Mengetahui:

Ketua Jurusan Fisika

Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si.
NIP. 19690120 199303 2 002

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Dr. H. Asrizal, M.Si.
NIP. 19660603 199203 1 001

Dipindai dengan CamScanner

PENGESAHAN LULUSAN UJIAN SKRIPSI

Nama	: Firma Lestari
NIM	: 16034009
Program Studi	: Fisika
Jurusan	: Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

RANCANG BANGUN TOOL PEMODELAN EKSPERIMEN GERAK LURUS DIBANTU MOBIL-MOBILAN DENGAN KONTROL LAJU UNTUK ANALISIS VIDEO TRACKER

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Padang, 21 Februari 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Dr. Asrizal, M.Si.	
Anggota	: Yohandri, M.Si., Ph.D	
Anggota	: Drs. Hufri, M.Si.	

Dipindai dengan CamScanner

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Firma Lestari

NIM/TM : 16034009/2016

Program Studi : FISIKA

Jurusan : FISIKA

Fakultas : FMIPA

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul: "Rancang Bangun Tool Pemodelan Eksperimen Gerak Lurus Dibantu Mobil-Moblan Dengan Kontrol Laju Untuk Analisis Vidio Tracker" adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi UNP maupun dimasyarakat dan hukum Negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Saya yang menyatakan

FIRMA LESTARI

16034009

Dipindai dengan CamScanner

RANCANG BANGUN *TOOL* PEMODELAN EKSPERIMEN GERAK LURUS DIBANTU MOBIL-MOBILAN DENGAN KONTROL LAJU UNTUK ANALISIS VIDEO *TRACKER*

FIRMA LESTARI

ABSTRAK

Fisika merupakan bagian dari ilmu sains yang memahami tentang fenomena alam yang terjadi di lingkungan sekitar. Kegiatan eksperimen bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kemampuan berpikir dalam memahami konsep fisika. Namun pada kenyataannya eksperimen belum terlaksana dengan baik, dikarenakan penggunaan instrumen manual pada eksperimen gerak lurus sehingga mempengaruhi hasil eksperimen gerak lurus yang diperoleh. Sebagai solusi dari permasalahan yaitu dengan pembuatan tool pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis video tracker. Hal ini dapat mengatasi kesalahan pengaturan laju mobil dan perhitungan waktu terutama pada pengukuran berulang. Tujuan penelitian ini adalah menentukan spesifikasi performansi dari tool pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju, ketepatan dan ketelitian dari pengukuran waktu pada tool pemodelan eksperimen gerak lurus, menentukan pengaruh hubungan antara besaran fisika pada gerak lurus.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian rekayasa. Penelitian rekayasa (engineering) merupakan penelitian yang menerapkan ilmu pengetahuan menjadi suatu rancangan guna mendapatkan kinerja sesuai dengan persyaratan yang ditentukan. Besaran yang termasuk data dalam penelitian ini adalah berupa kecepatan, waktu, jarak lintasan, sudut lintasan, tegangan dan percepatan. Teknik analisa data dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian yaitu, analisis data deskriptif dan analisis kesalahan. Analisis data deskriptif disajdikan dalam bentuk mean, diagram pareto dan tabel, sedangkan pada analisis kesalahan disajikan dalam bentuk ketepatan, kesalahan dan ketelitian.

Dari analisis data dapat dinyatakan tiga hasil penelitian ini. Pertama, spesifikasi performansi tool pemodelan eksperimen gerak lurus terdiri dari mobil-mobilan, dan lintasan. Mobilan-mobilan yang digunakan berukuran 13x7 cm. Pengontrolan motor dc pada mobil-mobilan menggunakan step down xl-6009 dc-dc, pengukuran sudut menggunakan mpu6050. Alat peraga berbentuk lintasan yang berukuran 2,0 x 0,10 m. Pengolahan hasil eksperimen menggunakan aplikasi *software tracker*. Kedua, ketepatan rata-rata pengukuran waktu pada GLB yakni sebesar 98,16% dengan kesalahan rata-rata sebesar 1,93%. Ketepatan rata-rata pengukuran waktu pada GLBB yakni sebesar 98,3875% dengan kesalahan rata-rata sebesar 1,53%. Ketiga, nilai kecepatan yang diperoleh sebanding dengan nilai tegangan yang digunakan, semakin besar nilai teganan yang digunakan akan semakin besar pula nilai kecepatan yang didapatkan. Nilai percepatan sebanding dengan bertambahnya nilai sudut yang digunakan pada eksperimen.

Kata Kunci: Gerak Lurus, GLB, GLBB, Software Tracker

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Puji dan syukur diucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Judul dari penelitian ini adalah "Rancang Bangun *Tool* Pemodelan Eksperimen Gerak Lurus Dibantu Mobil-Mobilan Dengan Kontrol Laju Untuk Analisis Video *Tracker*".

Penelitian ini diselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak. Dengan alasan ini Peneliti mengucapkan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada Peneliti, terutama kepada:

1. Bapak Dr. H. Asrizal, M.Si sebagai Pembimbing atas segala bantuannya yang tulus ikhlas memberikan bimbingan, arahan, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini
2. Bapak Yohandri, M. Si, Ph. D dan Bapak Drs. Hufri, M.Si sebagai dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan pandangan kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini
3. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
4. Ibu Syafriani, M. Si, Ph. D sebagai Ketua Program Studi Fisika Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

6. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
7. Ayah, Ibu, kakak Tia dan kakak Mori atas doa serta dukungannya baik secara materil maupun spiritual dalam penyelesaian skripsi ini
8. Teman Strong Women atas dukungan, bantuan dan pendengar yang baik dalam membantu berjuang menyelesaikan skripsi ini
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP khususnya angkatan 2016 yang telah membantu berjuang hingga akhir

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Kritik dan saran yang bersifat membangun selalu diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna sebagaimana mestinya.

Padang, Februari 2022

Firma Lestari

DAFTAR ISI

ABSTRAK i
KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR LAMPIRAN ix
BAB I. PENDAHULUAN
A. Latar Belakang Masakah 1
B. Pembatasan Masalah 6
C. Rumus Masalah 6
D. Tujuan Penelitian 7
E. Manfaat Penelitian 7
BAB II. KAJIAN TEORI
A. Eksperimen dalam Fisika 8
B. Alat Ukur dan Pengukuran 9
C. Gerak Lurus 15
D. Analisis Video Tracker dan Tool Pemodelan 20
E. Sistem Pengontrolan Laju DC 23
F. Pendukung *Tool* Pemodelan Gerak Lurus 24
BAB III. METODE PENELITIAN
A. Tempat dan Waktu Penelitian 29
B. Alat dan Bahan 29
C. Jenis Penelitian 30
D. Data dan Variabel Penelitian 30
E. Prosedur Penelitian 31
F. Teknik Pengumpulan Data 38
G. Teknik Analisis Data 38
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
A. Hasil Penelitian 43

B. Pembahasan..... 58
BAB V.PENUTUP
A. Kesimpulan 63
B. Saran 64
DAFTAR PUSTAKA 66
LAMPIRAN..... 71

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR **HALAMAN**

1. Mistal/Penggaris 10

2. (a) *Stopwacth* Analog, (b) *Stopwacth* Digital 11

3. Hubungan antara Jarak Terhadap Waktu pada GLB 16

4. Contoh GLBB 17

5. Hubungan antara Jarak Terhadap Waktu pada GLBB 20

6. Arduino Nano 25

7. *Liquid Crystal Display* (LCD) 26

8. Motor Servo 26

9. Step Down XL-6009 DC-DC 27

10. Mpu6050 28

11. Diagram Alir Penelitian 32

12. Blok Susunan Geometri Sistem Eksperimen 33

13. Desain *Tool* Pemodelan Eksperimen Gerak Lurus 35

14. Rancangan *Software* (a) GLB dan (b) GLBB 36

15. Mobil-Mobilan 44

16. Tampilan Pembacaan Sudut pada LCD 45

17. *Tool* Pemodelan Eksperimen Gerak Lurus dengan Kontrol Laju 45

18. Tampilan Video Gerak Lurus pada Analisis *Tracker* 46

19. Hubungan Jarak dan Waktu GLB 53

20. Hubungan Kecepatan dan Waktu GLB 54

21. Hubungan Percepatan dan Waktu GLB 55

22. Hubungan Jarak dan Waktu GLBB..... 56

23. Hubungan Kecepatan dan Waktu GLBB 57

24. Hubungan Percepatan dan Waktu GLBB 57

DAFTAR TABEL

TABEL **HALAMAN**

1. Ketepatan Pengukuran Waktu pada Eksperimen GLB 48

2. Ketelitian Pengukuran Waktu pada Eksperimen GLB
dengan Tegangan 3,5V 49

3. Ketelitian Pengukuran Waktu pada Eksperimen GLB
dengan Tegangan 4,0V. 49

4. Ketepatan Pengukuran Waktu pada Eksperimen GLBB 50

5. Ketelitian Pengukuran Waktu pada Eksperimen GLBB
dengan Nilai Sudut 10º. 51

6. Ketelitian Pengukuran Waktu pada Eksperimen GLBB
dengan Sudut 13º. 52

7. Ketepatan dari *Tool* Pemodelan Eksperimen Gerak Lurus
Pada GLB 55

8. Ketepatan dari *Tool* Pemodelan Eksperimen Gerak Lurus
pada GLBB 58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN **HALAMAN**

1. Program Arduino Nano 72

2. *Tool* Pemodelan Eksperimen Gerak Lurus..... 78

3. Dokumentasi..... 80

4. Tampilan Hasil Analisis Video pada *Tracker* 81

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fisika merupakan bagian dari ilmu sains yang memahami tentang fenomena alam yang terjadi di lingkungan sekitar. Konsep dalam ilmu fisika juga dapat diterapkan dan dimanfaatkan langsung dalam kehidupan sehari-hari (Supriyatna, dkk, 2021). Ilmu fisika diajarkan supaya setiap peserta didik mengetahui dan mengerti tentang hal-hal yang mempengaruhi suatu kejadian fisis (Kurniawan, dkk, 2015). Oleh karena itu, ilmu fisika sangat penting untuk diajarkan kepada siswa tingkat dasar sampai tingkat perguruan tinggi.

Fisika tidak hanya mempelajari teori saja, tetapi diiringi dengan kegiatan eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Kegiatan eksperimen bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kemampuan berpikir kritis secara objektif dan rasional dalam memahami konsep fisika. Selain itu, dalam kegiatan eksperimen juga diajarkan bagaimana perumusan matematis, sehingga gejala yang diamati tersebut bersifat terukur atau kuantitatif (Supriyatna, dkk, 2021).

Sebagai penunjang pelaksanaan kegiatan eksperimen dibutuhkannya sebuah instrumen. Instrumen berfungsi sebagai alat peraga yang berguna untuk mengumpulkan, mengolah, menganalisis, dan menyajikan data hasil penelitian secara sistematis serta objektif yang bertujuan untuk memecahkan suatu persoalan atau menguji suatu hipotesis. Alat peraga adalah alat yang dapat dipertunjukkan dalam kegiatan belajar mengajar dan berfungsi sebagai pembantu untuk memperjelas konsep atau pengertian contoh benda (Solihun, dkk, 2015).

Instrumen digunakan sebagai media eksperimen yang telah dibentuk sedemikian rupa sesuai dengan apa yang akan dieksperimenkan. Penggunaan instrumen dapat memudahkan pengukuran serta hasil pengukuran akan lebih akurat. Dalam bidang fisika, instrumen terbagi menjadi dua jenis yaitu instrumen analog dan instrumen digital (Fitri, dkk, 2019).

Salah satu gelaja fisika yang memerlukan adanya kegiatan eksperimen adalah gerak lurus. Eksperimen gerak lurus yang dimaksud adalah eksperimen gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan menggunakan *ticker timer*. Instrumentasi yang digunakan pada eksperimen ini terdiri dari kereta dinamika yang berjalan dilintasan kereta dengan jarak lintasan tertentu. Gerak lurus dapat diamati langsung serta jarak lintasan yang sudah ditentukan.

Pentingnya eksperimen gerak lurus dapat digunakan untuk mendalami konsep gerak terutama gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Namun pada kenyataannya eksperimen belum terlaksana dengan baik. Hal tersebut ditandai dengan penggunaan instrumen manual pada eksperimen gerak lurus. Penggunaan instrumen yang masih manual dapat mempengaruhi hasil eksperimen gerak lurus yang diperoleh. Ada tiga kondisi nyata yang diperoleh terkait eksperimen gerak lurus.

Kondisi nyata pertama berhubungan dengan eksperimen gerak lurus yang dilakukan di laboratorium Jurusan Fisika FMIPA UNP. Eksperimen dimulai dengan menyiapkan kereta dinamika dengan jarak lintasan yang dipasang sepanjang S, serta penyiapan pita kertas yang akan dipasang pada ujung kereta dan alat *ticker timer*. Eksperimen dimulai dengan memasang pita kertas pada

ujung kereta dinamika dan alat *ticker timer*, serta memasang kabel penghubung catu daya pada alat *ticker timer* dan atur tegangan catu daya pada arus searah DC. Kemudian menyalakan kereta dinamika sehingga didapatkan data GLB. Pada bagian GLBB sama halnya dengan memulai pada eksperimen GLB, bedanya terletak pada menaikan tinggi lintasan pada ujung salah satunya. Eksperimen yang dilakukan pada materi GLB dan GLBB masih menggunakan pencatatan waktu secara manual. Hasil dari wawancara diperoleh beberapa kekurangan instrumentasi dari eksperimen dimana alat ukur waktu masih menggunakan *stopwatch*, sehingga pencatatan waktu yang dilakukan kurang akurat.

Kondisi nyata kedua berhubungan dengan eksperimen gerak lurus yang dilakukan di laboratorium IPA SMAN 1 Bayang. Hasil dari wawancara yang telah dilakukan di sekolah tersebut, diperoleh beberapa kekurangan dari alat eksperimen gerak lurus yang digunakan. Pertama kereta dinamo yang digunakan pada eksperimen rusak, sehingga pelaksanaan eksperimen fiska di laboratorium IPA belum berfungsi secara optimal. Kedua pencatatan waktu masih menggunakan *stopwatch.* Hal ini menyebabkan pencatatan waktu kurang akurat.

Kondisi nyata ketiga berhubungan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sobari, dkk (2016) dengan judul Pengembangan Alat Peraga *Ticker Timer* Sebagai Media Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Gerak Lurus. Pada eksperimen ini dilakukan variasi frekue nsi untuk melihat pengaruhnya terhadap jumlah ketikan yang dihasilkan dalam jarak dan selang waktu tertentu. Adapun kekurangan dari eksperimen ini ialah pengukuran waktu yang dilakukan masih dilakukan secara manual yakni dengan menggunakan *stopwatch*.

Eksperimen gerak lurus ternyata masih terbatas dalam parameter hasil pengukuran. Hal ini ditandai dengan parameter hasil pengukuran langsung hanya terbatas pada perhitungan waktu. Selain itu, eksperimen gerak lurus masih menggunakan instrumen manual dan laju mobil-mobilan dinamo pada eksperimen *ticker timer* memiliki nilai laju yang sama. Sebagai solusi dari permasalahan yaitu dengan pembuatan *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis *video tracker*. Hal ini dapat mengatasi kesalahan pengaturan laju mobil dan perhitungan waktu terutama pada pengukuran berulang.

Kehadiran *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis *video tracker* sangat membantu kegiatan eksperimen gerak lurus. Eksperimen yang selama ini masih menggunakan kereta dinamo yang memiliki nilai laju yang sama digantikan dengan pengontrol laju mobil yang bisa divariasikan dan penggunaan *stopwatch* untuk pengukuran waktu tempuh telah tergantikan dengan aplikasi *software tracker*. Kelebihan dari *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis video *tracker* ialah menghindari kesalahan pengukuran waktu tempuh terutama pada pengukuran berulang. Selain itu, hasil pengukuran dengan *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis *video tracker* juga lebih akurat disamping waktu eksperimen yang lebih cepat.

Pada proses analisis data hasil eksperimen gerak lurus digunakan *software tracker*. Sistem aplikasi ini menganalisis *tool* pemodelan dan dirancang untuk

mempermudah pengambilan data karena menggabungkan video fenomena fisika dengan model komputer (Gregorio, 2015). *Tracker* adalah suatu analisis video dan alat pemodelan yang dibangun dengan kerangka kerja java. *Tracker* dirancang untuk mempermudah pelaksanaan eksperimen fisika karena menyediakan suatu bayangan dan suatu *software* analisis video yang tepat sebagai alat bantu untuk menjelaskan konsep-konsep fisika diruang kelas. *Software tracker* menyediakan *tool-tool* dari representasi banyak dari data eksperimen (Asrizal, dkk, 2018).

Analisis video menggunakan *software tracker* dapat mempermudah siswa memahami proses pergerakan benda. Melalui *software trecker,* guru dapat menfasilitasi siswa dalam mengkap video gerak dan menganalisisnya. Melalui program ini siswa juga dapat menangkap video dari suatu peristiwa kehidupan dan menganalisisnya dengan mudah menggunakan *software* ini. Analisis video dan pemodelan membantu siswa memahami prinsip-prinsip ilmu pengetahuan alam dan fenomena alam secara lebih mendalam sehingga meningkatkan rasa ingin tahu siswa. Penggunaan analisis video menggunakan *software trecker* dalam menyelasaikan tugas-tugas fisika dapat memberikan pengaruh yang berarti dalam pengetahuan. Penggunakan peralatan praktis yang dikombinasikan dengan *software* ini dapat menciptakan strategi pembelajaran fisika yang lebih efektif, menarik dan menyenangkan (Asrizal, dkk, 2018).

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, peneliti tertarik untuk memecahkan masalah ini. Peneliti tertarik membuat suatu *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus otomatis. Oleh karena itu, peneliti tertarik mengangkat judul penelitian yaitu “Rancang Bangun *Tool* Pemodelan Eksperimen Gerak

Lurus Dibantu Mobil-Mobilan Dengan Kontrol Laju Untuk Analisis Video *Tracker".*

B. Pembatasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pekerjaaan dalam penelitian, maka diperlukan pembatasan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengontrolan laju mobil-mobilan dalam eksperimen gerak lurus menggunakan alat Step down XL-6009 DC-DC.
2. Eksperimen gerak lurus yang digunakan pada pemodelan ini adalah gerak lurus horizontal.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah pada penelitian. Perumusan masalah dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana spesifikasi performansi dari *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju?
2. Bagaimana ketepatan dan ketelitian dari pengukuran waktu pada pengontrolan laju mobil-mobilan pada *tool* pemodelan ekpsperimen gerak lurus?
3. Bagaimana pengaruh hubungan antara besaran fisika pada gerak lurus?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis video *tracker*. Secara khusus tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Menentukan spesifikasi performansi dari *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju.
2. Menentukan ketepatan dan ketelitian dari pengukuran waktu pada *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus?
3. Menentukan pengaruh hubungan antara besaran fisika pada gerak lurus.

E. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada :

1. Bagi peneliti, berguna untuk mempermudah pemahaman materi dan pelaksanaan eksperimen pada gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.
2. Bagi pembaca, berguna untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam kajian bidang elektronika dan instrumentasi dan upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
3. Peneliti lain, sebagai sumber ide dalam pengembangan penelitian tentang elektronika dan instrumentasi.

BAB II
KAJIAN TEORI

A. Eksperimen dalam Fisika

Pengertian eksperimen menurut para ahli. Menurut Arikunto (2013, 400) menjelaskan eksperimen merupakan satu bentuk kegiatan penelitian yang dilakukan oleh peneliti untuk menimbulkan dengan sengaja variabel yang diteliti, sedangkan menurut Wermiester (1987, 130) menyebutkan eksperimen merupakan modifikasi kondisi yang dilakukan secara sengaja dan terkontrol dalam menentukan peristiwa atau kejadian, serta pengamatan terhadap pe rubahan yang terjadi pada peristiwa itu sendiri. Hal ini bermaksud bahwa eksperimen ialah menelaah proses percobaan pada kategori data yang dilakukan dengan sistematis serta pengamatan untuk mendapatkan data atau informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

Kegiatan eksperimen dilakukan bertujuan untuk membuktikan pengaruh dari suatu perlakuan tertentu terhadap gejala suatu kelompok tertentu yang telah dipelajari. Contoh kegiatan eksperimen pada gerak lurus baraturan menggunakan *tiker timer*, eksperimen ini bertujuan untuk membuktikan bahwa selisih titik jarak perpindahan memiliki nilai yang sama. Manfaat pelaksanaan kegiatan eksperimen yaitu untuk memperoleh pengetahuan dan pemahaman materi yang telah dipelajari.

Langkah-langkah kegiatan eksperimen dapat dijelaskan menurut para ahli. Menurut sebuah catatan dalam Dhiasuprianti, putra (2013, 136) menyebutkan

langkah-langkah kegiatan eksperimen yaitu: persiapan eksperimen (menetapkan tujuan eksperimen, menyiapkan alat dan bahan yang akan dieksperimenkan dan menjelaskan tahap-tahap pelaksanaan eksperimen), melakukan eksperimen dan tindak lanjut eksperimen (mendiskusikan hasil eksperimen).

B. Alat Ukur dan Pengukuran

Alat ukur atau yang biasa disebut dengan measuring tool merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengetahui nilai suatu besaran. Alat ukur sendiri banyak digunakan untuk menentukan nilai presisi pada suatu benda ataupun komponen yang diukur untuk mendapatkan nilai kuantitas dari benda tersebut (Faradiba, 2020). Menurut Amik Rusdianto, dkk, dalam tulisannya mengenai instrumentasi dan alat ukur mengatakan bahwa alat ukur merupakan suatu alat yang digunakan untuk melakukan proses inspeksi terhadap suatu benda dan juga mengatakan bahwa alat ukur adalah perangkat yang dapat digunakan untuk mengukur dimensi atau sudut.

Alat ukur memiliki fungsi untuk mengukur sesuatu, misalnya jarak, tegangan, suara dan lain sebagainya. Dengan menggunakan macam-macam alat ukur ini pekerjaan akan menjadi lebih fleksibel, efektif dan juga cepat, akurat serta tepat. Alat ukur terdiri dari berbagai macam alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan nilai hasil pengukuran dengan masing-masing satuan yang diperlukan. Macam-macam alat ukur sesuai dengan fungsinya dalam satuan pengukuran.

1. Alat Ukur Panjang

Alat ukur ini berfungsi sebagai mengukur benda yang panjang. Alat ukur panjang terdiri dari mistar/penggaris, meteran, jangkar sorong, dan mikrometer sekrup. Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah mistar/penggaris. Bentuk mistar/penggaris dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Mistal/Penggaris
Sumber : Faradiba, 2020.

Mistar, atau yang lebih dikenal dengan sebutan penggaris adalah alat yang digunakan untuk mengukur barang yang berukuran sedang dan berukuran besar. Mistar/penggaris ini dapat mengukur dengan ketelitian hingga 1 mm (Faradiba, 2020). Pengukuran panjang dengan mistar harus memperhatikan posisi mata dengan benar. Cara melakukan pengukuran panjang dengan mistar posisi mata harus melihat tegak lurus terhadap skala ketika membaca skala mistar. Posisi yang salah akan menyebabkan kesalahan baca atau dikenal dengan kesalahan paralaks (Kamajaya, 2007).

2. Alat Ukur Waktu

Alat ukur ini berfungsi sebagai menukur waktu berupa sekon, menit dan jam. Alat ukur waktu terdiri dari *stopwatch*, jam pasir dan jam. Alat ukur yang

digunakan pada penelitian ini adalah *stopwatch*. Bentuk *stopwatch* dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. (a) *Stopwacth* Analog, (b) *Stopwacth* Digital
Sumber : Kamajaya, 2007

Stopwatch merupakan alat ukur waktu yang dipakai untuk mengukur lamanya waktu yang dibutuhkan pada sebuah kegiatan, Untuk *stopwatch* analog mempunyai batas ketelitian 0,1 second dan *stopwatch* digital mempunyai batas ketelitian sampai 0,01 second (Faradiba, 2020). Stopwatch digital lebih mudah digunakan karena kita dapat langsung mengetahui lamanya pengukuran. Stopwatch digital memiliki tingkat ketelitian yang lebih baik daripada stopwatch analog (Kamajaya, 2007).

Pengukuran (*measurement*) memiliki beberapa pengertian menurut para ahli. Menurut Alwasilah et al. (1996), *measurement* (pengukuran) merupakan proses yang mendeskripsikan performa siswa dengan menggunakan suatu skala kuantitatif (sistem angka) sedemikian rupa sehingga sifat kualitatif dari performa siswa tersebut dinyatakan dengan angka-angka. Menurut Arikunto dan Jabar (2004) menyatakan pengertian pengukuran (*measurement*) sebagai kegiatan membandingkan suatu hal dengan satuan ukuran tertentu sehingga sifatnya menjadi kuantitatif. Menurut Cangelosi, James S. (1995), pengukuran adalah proses pengumpulan data secara empiris yang digunakan untuk mengumpulkan

informasi yang relevan dengan tujuan yang telah ditentukan. Menurut Sridadi (2007) pengukuran adalah suatu proses yang dilakukan secara sistematis untuk memperoleh besaran kuantitatif dari suatu obyek tertentu dengan menggunakan alat ukur yang baku.

Geometris obyek ukur mempunyai bentuk yang beracam-macam. Oleh karena itu, cara mengukur pun bisa bermacam-macam. Agar hasil pengukurannya mendapatkan hasil baik menurut standart yang berlaku maka diperlukan cara pengukuran yang tepat dan benar. Untuk itu perlu diketahui klasifikasi dari pengukuran. Ada beberapa pengukuran berdasarkan cara pengukuran yang bisa dilakukan untuk mengukur geometris obyek ukur, yaitu:

1. Pengukuran Langsung

Proses pengukuran yang hasil pengukurannya dapat dibaca langsung dari alat ukur yang digunakan disebut dengan pengukuran langsung.Contoh: mengukur diameter poros dengan jangka sorong atau mikrometer.

2. Pengukuran Tak Langsung

Bila dalam proses pengukuran tidak bisa digunakan satu alat ukur saja dan tidak bisa dibaca langsung dari hasil pengukurannya, maka pengukuran yang demikian ini disebut pengukuran tak langsung. Contoh: pengukuran selisih ukuran diameter atas, diameter tengah dan bawah poros dengan menggunakan senter sinus (*sine center*) yang harus dibantu dengan jam ukur (*dial indikator*) dan blok ukur.

3. Pengukuran dengan Kaliber Batas

Kadang-kadang dalam proses pengukuran kita tidak perlu melihat bebeapa besar ukuran benda yang dibuat melainkan hanya untuk melihat apakah benda yang dibuat masih dalam batas-batas toleransi tertentu. Contoh: Mengukur diameter lubang. Dengan menggunakan alat ukur jenis kaliber, batas dapat ditentukan apakah benda yang dibuat masuk kedalam kategori diterima (GO) atau masuk dalam kategori dibuang atau ditolak (No.Go). Dengan demikian sudah tentu alat yang digunakan untuk pengecekannya adalah kaliber batas Go dan No Go. Pengukuran seperti ini disebut pengukuran dengan kaliber batas.

4. Pengukuran dengan Perbandingan Bentuk Standart

Pengukuran di sini sifatnya hanya membandingkan bentuk benda yang dibuat dengan bentuk standar yang memang digunakan untuk alat pembanding. Contoh: kita akan mengecek sudut roda gigi, mengecek sudut tirus dari poros konis, mengecek radius dan sebagainya. Pengukuran dilakukan dengan alat proyeksi. Jadi disini sifatnya tidak membaca besarnya ukuran tatapi mencocokkan bentuk saja.

Pengukuran terdiri dari berbagai macam-macam. Pengukuran berdasarkan cara mengukur sebagai berikut.

1. Pengukuran tunggal

Pengukuran tunggal yaitu suatu peng ukuran yang hanya dilakukan sekali saja. Pada umumnya pengukurann tunggal jika besaran yang diukur tidak berubah-ubah sehingga hasilnya dapat diukur dengan akurat. Akan tetapi, pengukuran ini memiliki kekurangan yaitu dalam pengukuran tunggal

memberikan hasil yang kurang teliti karena pengukurannya hanya dilakukan sekali saja.

Pengukuran tunggal biasanya dilakukan ketika kesempatan untuk melakukan pengukuran hanya datang sekali saja sehingga tidak memungkinkan untuk mengukur berulang. Ketidakpastian dalam pengukuran tunggal dapat ditentukan dari setengah skala terkecil dari alat ukur yang digunakan. Secara sisematis dapat ditulis dalam persamaan 1.

$$\Delta X = \frac{1}{2} x \, skala \, terkecil \quad \text{..... (1)}$$

2. Pengukuran Berulang

Pengukuran berulang merupakan pengukuran yang dapat dilakukan dengan berulang-ulang. Pada umumnya pengukuran berulang digunakan untuk mengukur sesuatu yang sering kali hasilnya terdapat perbedaan jika diukur pada bagian yang berbeda. Kelebihan dari pengukuran berulang yaitu apabila dibandingkan dengan pengukuran tunggal maka pengukuran berulang lebih mendekati nilai sebenarnya. Karena ketidakpastian pada pengukuran berulang lebih sedikit apabila dibandingkan dengan ketidakpastian pengukuran tunggal.

Pada pengukuran berulang ini nilai x dapat ditentukan dari nilai sampel, . sedangkan ketidakpastian Δx dapat dinyatakan dengan simpangan baku nilai rata-rata sampel. Secara sistematis dapat ditulis dalam persamaan 2.

$$x_0 = \frac{x1+x2+x3+\cdots xn}{N} = \frac{\Sigma xi}{N} \quad \text{..... (2)}$$

(Faradiba, 2020).

C. Gerak Lurus

Benda dikatakan bergerak jika kedudukannya berubah terhadap suatu titik acuan pada selang waktu tertentu. Benda dikatakan bergerak lurus jika lintasan yang ditempuh berupa garis lurus. Beberapa besaran yang berkaitan dengan gerak lurus antara lain: jarak dan perpindahan, kelajuan dan kecepatan, percepatan (Deesera, dkk, 2017). Gerak lurus adalah gerak suatu benda pada lintasannya berupa garis lurus. Gerak lurus merupakan gerak yang lintasanya paling sederhana (Ishaq, Muhammad, 2007). Jika benda bergerak maka benda tersebut memiliki kecepatan, yaitu berapa cepat kedudukan benda itu berubah. Kecepatan juga dapat didefinisikan sebagai perubahan kedududkan/perpindahan yang ditempuh tiap satuan waktu. Secara matematika dapat ditulis dalam persamaan 3.

$$\mathrm{v}\left(\frac{m}{s}\right) = \frac{dx(m)}{dt(s)} \quad \text{.....(3)}$$

keterangan:

v adalah kecepatan (meter/sekon)

x adalah jarak perpindahan (meter)

t adalah selang waktu (sekon)

(Nisa, dkk, 2014).

Berdasarkan kecepatannya, gerak lurus dibedakan menjadi dua, yaitu gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB).

1. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus dan besar kecepatannya setiap saat selalu sama atau tetap (Deesera, dkk, 2017). Kecepatan tetap artinya besar dan arahnya tetap dan tidak mengalami

perubahan sama sekali. Syarat benda dikatakan bergerak lurus beraturan apabila gerak benda menempuh lintasan lurus dan kecepatan benda tidak berubah. Pada gerak lurus beraturan tidak ada percepatan (a=0). Sehingga jarak yang dituju adalah kecepatan dikalikan waktu. Dapat ditulis dalam persamaan 4.

$$x = v.t \quad \text{.....} \quad (4)$$

Keterangan:

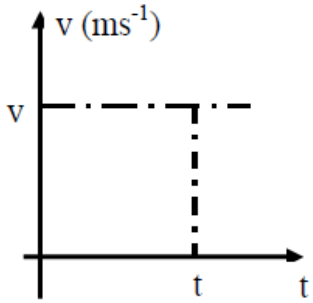
x adalah Jarak tempuh (m)

v adalah kecepatan (m/s)

t adalah waktu tempuh (s)

(Supriyatna,dkk, 2021).

Secara grafik hubungan antara jarak dan kecepatan dapat digambarkan sesuai dengan Gambar 3.



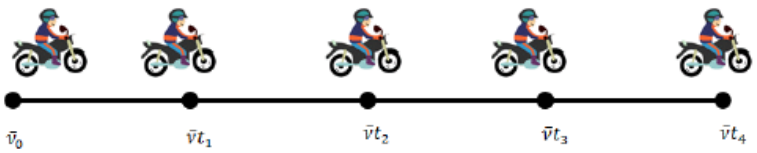
Gambar 3. Hubungan antara Jarak Terhadap Waktu pada GLB
Sumber: Nisa, dkk, 2014

2. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak lurus yang menempuh lintasan lurus yang kecepatannya mengalami perubahan yang sama setiap detiknya (Deesera, dkk, 2017). Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak kendaraan dalam lintasan lurus namun memiliki kecepatan yang berubah-ubah

secara teratur dalam setiap detik (percepatannya konstan) (Kamajaya, 2007). Kecepatan benda pada gerak lurus berubah beraturan dapat bertambah atau berkurang sehingga dikenal pula gerak lurus berubah beraturan dipercepat dan diperlambat (Deesera, dkk, 2017). Kendaraan dapat dikatakan sebagai GLBB dipercepat jika kecepatan kendaraan bertambah secara teratur, sedangkan jika suatu kendaraan memiliki kecepatan yang berkurang secara teratur, maka dapat dikatakan bahwa kendaraan tersebut mengalami GLBB diperlambat (Kamajaya, 2007).

Misalkan seorang pengendara motor yang melaju dalam waktu satu detik menempuh jarak satu meter, kemudian pada detik berikutnya menempuh jarak tiga meter, begitu seterusnya. Pengendara motor tersebut dapat dikatakan memiliki kecepatan yang berubah setiap waktunya. Perbandingan jarak dengan selang waktu yang dilalui pengendara motor tersebut berubah. Ilustrasi pengendara motor yang bergerak lurus berubah beraturan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4**.** Contoh GLBB
Sumber: Kurniawan, dkk, 2015

Pada saat kecepatan awal (v_0) dengan posisi benda pada x_0 benda bergerak dengan waktu awal (t_0). Kemudian pada kecepatan *vt* benda berada pada posisi *x* dengan waktu *t*, sehingga kecepatan rata-rata dari benda tersebut dapat diketahui dengan persamaan 5.

$$\bar{v} = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{x - x_0}{t} \quad \text{.....(5)}$$

karena $t_0 = 0$, dengan percepatan konstan terhadap waktu, dari persamaan a= $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ maka didapatkan persamaan 6.

$$a = \frac{\bar{V}_t - \bar{V}_0}{t} \quad \text{.....(6)}$$

Sehingga untuk mencari kecepatan akhir benda, dengan menambahkan kedua ruas dengan v_0, maka didapatkan persamaan 7.

$$\bar{v}_t = \bar{v}_0 + at \quad \text{.....(7)}$$

Selanjutnya, untuk menghitung posisi benda setelah menempuh waktu t sekon ketika benda tersebut mengalami percepatan konstan, sehingga dari persamaan kecepatan rata-rata $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, dikarenakan nilai $t_0 = 0$, maka didapatkan persamaan 8.

$$\bar{v} = \frac{x - x_0}{t} \quad \text{.....(8)}$$

Karena kecepatan bertambah secara beraturan, maka untuk mencari kecepatan rata-rata nya dapat dicari dengan membagi dua antara kecepatan awal dan akhir, dapat dituliskan seperti persamaan 9.

$$\bar{v} = \frac{\bar{v}_0 + \bar{v}_t}{2} \quad \text{.....(9)}$$

Substitusikan persamaan (8) ke dalam persamaan (9), sehingga diperoleh persamaan 10.

$$x = x_0 + \bar{v}t = x_0 + \left(\frac{\bar{v}_0 + \bar{v}}{2} \right) t \quad \text{.....(10)}$$

Dengan memasukkan nilai $v = v_0 + at$ sehingga didapatkan persamaan 11 dan persamaan 12.

$$x = x_0 + \left(\frac{\bar{v}_0 + \bar{v}_0 + at}{2} \right) t \quad \text{.....(11)}$$

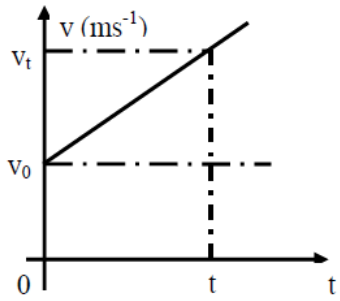
$$x = x_0 + \bar{v}_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{.....(12)}$$

Karena nilai x_0 dan v_0 bernilai nol maka nilai percepatannya dapat dilihat pada persamaan 13.

$$a = \frac{2x}{t^2} \quad \text{.....(13)}$$

(Kurniawan, dkk, 2015).

Pada GLBB benda mengalami percepatan secara teratur atau tetap. Hubungan antara besar kecepatan (v) dengan waktu (t) pada gerak lurus berubah beraturan (GLBB) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5**.** Hubungan antara Jarak Terhadap Waktu pada GLBB
Sumber: Nisa, dkk, 2014

D. Analisis Video Tracker dan Tool Pemodelan

Tracker merupakan suatu cara yang hebat dan inovatif untuk menggabungkan antara video dengan model komputer. Software ini didukung oleh sumber daya digital yang menyediakan suatu hubungan ke tetorial dan video yang siap untuk dianalisis (Gregario, 2015). *Tracker* merupakan salah satu *Software* dari VBL yang memiliki ciri khas mampu menyediakan gejala fisika secara nyata beserta representasinya baik berupa data kuantitatif dan grafiknya. *Tracker* dapat digunakan untuk menganalisis berbagai video yang berkaitan dengan kejadian alam terutama yang berhubungan dengan kelajuan, kecepatan, gaya, medan gravitasi, konversasi energi (Khotijah, dkk, 2019). *Tracker* adalah *software* video analisis dan pemodelan yang dibangun dengan kerangka kerja menggunakan *Java*. Fitur yang disediakan termasuk pelacakan objek dengan posisi, kecepatan dan percepatan lapisan dan grafik, filter efek khusus, beberapa *frame* referensi, poin kalibrasi, profil garis untuk analisis spektrum dan pola gangguan, serta model dinamika partikel (Yulkifli dan Ramli, 2018).

Saat ini terdapat *software tracker* yang memungkinkan untuk melakukan penelitian dalam hal kinematika secara komprehensif. *Software tracker* dapat

digunakan untuk menganalisis percobaan kinematika gerak dua dimensi seperti gerak lurus beraturan, gerak lurus berubah beraturan, gerak parabola, gerak vertikal, tumbukan, dan getaran harmonis sederhana, sedangkan untuk percobaan suhu dan kalor, bunyi, fisika modern, dan beberapa konsep lainnya tidak dapat menggunakan aplikasi *tracker*. Data eksperimen dapat ditampilkan pada *tool-tool* yang disediakan di *software tracker* (Ibrahim, 2019).

Aplikasi *tracker* merupakan aplikasi yang mampu merekam dan menganalisis parameter gerak benda setiap waktu (t), baik itu posisi benda (x, y), kecepatan benda maupun percepatan gerak benda, sehingga akan memberikan kemudahan dalam proses analisis gerak (Susilawati, dkk, 2019). Analisis video dilakukan dengan cara memasukkan video rekaman ke dalam aplikasi *tracker*, kemudian menentukan koordinat benda serta menentukan titik pusat massa benda sebagai titik analisis gerak benda. Semua titik-titik yang telah dijejak (dilacak), akan membentuk grafik yang dapat digunakan untuk memprediksi hasil analisis dan berdasarkan persamaan grafik tersebut terdapat parameter yang mendefinisikan suatu besaran dan konstanta pada persamaan gerak benda.

Berdasarkan persamaan grafik tersebut dapat ditentukan persamaan gerak benda. Aktivitas perekaman dan pengolahan data yang dilakukan akan memperoleh informasi seperti waktu, jarak, kecepatan, percepatan, sudut, momentum, kecepatan sudut, sehingga dapat menampilkan grafik berdasarkan data dalam tabel, seperti grafik jarak terhadap waktu. Kemudian mengiterpretasikan tabel dan grafik yang telah didapat (Ibrahim, 2019).

Tool merupakan seperangkat sistem yang memiliki fungsi khusus. Sementara itu, menurut KBBI model merupakan pola (contoh, acuan, ragam, dsb) sesuatu yang akan dibuat atau dihasilkan Pemodelan (*modeling*) adalah proses merancang piranti lunak sebelum melakukan pengkodean (*coding*). Membuat model dari sebuah sistem yang kompleks sangatlah penting karena untuk memahami sistem yang kompleks secara menyeluruh sangat sulit. Semakin kompleks sebuah sistem, semakin penting pula penggunaan teknik pemodelan yang baik. Kesuksesan suatu pemodelan piranti lunak ditentukan oleh tiga unsur, yang kemudian terkenal dengan sebutan segitiga sukses (*the triangle for success*). Ketiga unsur tersebut adalah metode pemodelan (*notation*), proses (*process*) dan *tool* yang digunakan (Subekti, dkk, 2014).

Tool pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan merupakan seperangkat sistem yang berfungsi mencontohkan gerak lurus yaitu gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan untuk penambah pemahaman materi. Memperoleh data yang lebih baik dalam kegiatan eksperimen fisika mengenai fenomena gerak *tool* pemodelan harus dirancang dengan baik. Data yang diperoleh melalui *software tracker* lebih akurat. Keakuratan data yang diperoleh dengan menggunakan *tracker* bergantung pada rancangan *tool* pemodelan yang dibuat. Semakin baik hasil *tool* pemodelan yang dibuat maka hasil yang diperoleh oleh analisis video dengan *software tracker* menjadi lebih baik pula (Putri C, dkk, 2019).

Penggunaan analisis video dan *tool* pemodelan dapat digunakan untuk membuat pendidikan fisika relevan dengan dunia nyata dan membantu

pengalaman siswa berlatih seperti ilmuwan dan meningkatkan tugas kinerjanya. Dengan menggunakan analisis video dan *tool* pemodelan siswa dapat menyelidiki bagaimana pusat massa berubah posisi, kecepatan dan percepatan dengan waktu (Asrial, dkk, 2018).

E. Sistem Pengontrolan Laju DC

Sistem kontrol adalah proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau range tertentu. Istilah lain sistem kontrol atau teknik kendali adalah teknik pengaturan, sistem pengendalian, atau sistem pengontrolan (Pakpahan,1988). Sistem pengendalian atau teknik pengaturan juga dapat didefinisikan suatu usaha atau perlakuan terhadap suatu sistem dengan masukan tertentu guna mendapatkan keluaran sesuai yang diinginkan (Dorf, 1983).

Sistem kontrol otomatis mempunyai peran penting dalam dunia industri modern saat ini. Seiring perkembangan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, sistem kontrol otomatis telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya dengan cara yang lebih mudah, efisien dan efektif. Sistem pengontrolan merupakan hubungan antara komponen-komponen elektronika dengan program yang menyediakan umpan balik sesuai dengan harapan. Tujuan dari pengontrolan ini adalah untuk mengaktifkan dan menonaktifkan sistem. Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia (otomatis).

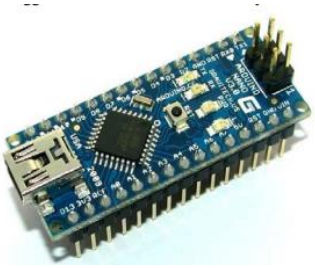
Pengontrolan adalah pengendalian suatu proses sistem kerja yang dapat dikendalikan sesuai dengan keinginan manusia dalam mengerjakan segala aktivitas. Pada prinsipnya, fungsi dasar suatu pengontrolan adalah mencakup operasi pengukuran, perbandingan, perhitungan dan koreksi. Pengukuran merupakan operasi otomatisasi penafsiran mengenal suatu proses dikontrol oleh sistem. Sistem kontrol berdasarkan cara kerjanya dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu sistem kontrol *loop* terbuka dan sistem kontrol *loop* tertutup (Bahrin, 2017).

Pengontrolan laju DC pada mobil-mobilan merupakan sistem yang dibuat untuk eksperimen gerak lurus. Pengaturan laju DC pada mobil-mobilan pada eksperimen biasanya dilakukan secara manual. Pengontrolannya dilakukan dengan menggunakan alat *Speed Controller* sebagai alat untuk penggerak mobil-mobilan yang dieksperimenkan. Prinsip kerja dari pengontrolan ini berupa memutar potensiomer pada alat *Speed Controller*, dimana nilai potensiometer nya akan divariasikan dari nilai minimum sampai nilai maksimum.

F. Pendukung *Tool* Pemodelan Gerak Lurus

1. Arduino Nano

Tool pemodelan eksperimen gerak lurus dengan pengontrolan laju menggunakan menggunakan komponen arduino nano. Arduino nano yang digunakan dapat dilihat Gambar 6.



Gambar 6. Arduino Nano
Sumber: Muchtar, dkk, 2016.

Arduino nano adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Nano mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai keluaran PWM, 6 masukan analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuat tombol reset. Arduino nano memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Muchtar, dkk, 2016).

2. *Liquid Crystal Display* (LCD)

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan *display* elektronik dibuat dengan teknologi *CMOS* logic dengan tidak menghasilkan cahaya akan tetapi dengan memantulkan cahaya yang disekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD digunakan untuk menampilkan data dalam bentuk huruf, karakter, grafik maupun angka. Bentuk fisik dari *LCD* dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. *Liquid Crystal Display* (LCD)
Sumber: Fahruri, dkk, 2021.

Dari Gambar 7 LCD (*liquid Crystal Display*) 20x4 memiliki 16 buah pin data yang digunakan hanya 10 pin diantaranya VSS, VDD, VEE, D4, D5, D6, D7, RS, RW, dan E. Konfigurasi LCD ke arduino nano dengan soket RS = pin 7, RW = pin GND, E = pin 6, D4 = pin 5, D5 = pin 4, dan D7 = pin 2 (Fahruri, dkk, 2021).

3. Motor Servo

Motor servo merupakan komponen pendukung pada *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontro laju. Bentuk tampilan motor servo dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. Motor Servo
Sumber: Weku,dkk, 2015.

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo, sedangkan sudut dari sumbu motor

servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor (Weku,dkk, 2015).

4. Step Down XL-6009 DC-DC

Tool pemodelan eksperimen gerak lurus dengan pengontrolan laju menggunakan step down xl-6009 dc-dc. Step down XL-6009 DC-DC yang digunakan pada *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus seperti pada Gambar 9.

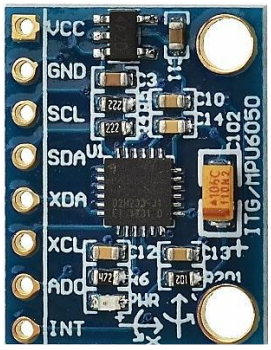
Gambar 9. Step down XL-6009 DC-DC
Sumber : Kurniawan, Sigit, 2017.

Step down xl-6009 dc-dc yang digunakan bekerja pada tegangan keluaran 1,25 V – 35 V dan arus maximal 3 A. Step down XL-6009 DC-DC memiliki ukuran *board* 43 mm x 30 mm x 12 mm. Pin IN+ terhubung ke pin 5V arduino nano, Pin IN- terhubung ke pin GND arduino nano, Pin OUT+ terhubung ke pin A0 arduino nano dan pin positif (+) pada dinamo mobil-mobilan, dan Pin OUT- terhubung ke pin negatif (-) pada dinamo mobil-mobilan (Kurniawan, Sigit, 2017).

5. Mpu6050

Tool pemodelan eksperimen gerak lurus dengan kontrol laju menggunakan komponen mpu6050 untuk mengetahui nilai sudut saat menaikan tinggi lintasan.

Mpu6050 yang digunakan pada *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dengan kontrol laju seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Mpu6050
Sumber : Suprayogi, dkk, 2019.

MPU-6050 adalah modul sensor yang terdapat dua fungsi didalamnya yaitu, *accelerometer* dengan *micro-electromechanical system* (MEMS) dan *gyroscope* dengan *micro-electromechanical system* (MEMS) dalam sebuah *chip*. Terdapat 16 pin analog yang dilakukan pengkonversian terlebih dahulu untuk menentukan sumbu, sehingga sensor ini dapat bekerja dengan maksimal. Nilai dari sumbu x, y, dan z pada sensor ini dapat diambil secara bersamaan dalam satu waktu (Suprayogi, dkk, 2019).

BAB VI
PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis video dari *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis video *tracker* dapat dikemukakan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Spesifikasi performansi tool pemodelan eksperimen gerak lurus terdiri dari mobil-mobilan, dan lintasan. Mobilan-mobilan yang digunakan berukuran 13x7 cm. Pengontrolan motor dc pada mobil-mobilan menggunakan step down xl-6009 dc-dc yang berfungsi untuk mengatur nilai tegangan, pengukuran sudut menggunakan mpu6050. Alat peraga tool pemodelan eksperimen gerak lurus berbentuk lintasan yang berukuran 2,0 x 0,10 m. Pengolahan hasil eksperimen menggunakan aplikasi *software tracker.*
2. Ketepatan dan ketelitian dalam pengukuran waktu diperoleh dari perbandingan pengukuran manual dan aplikasi *software tracker*. Ketepatan rata-rata pengukuran waktu pada GLB yakni sebesar 98,16% dengan kesalahan rata-rata sebesar 1,93%. Ketepatan rata-rata pengukuran waktu pada GLBB yakni sebesar 98,3875% dengan kesalahan rata-rata sebesar 1,53%.
3. Hubungan antara jarak dan waktu pada eksperimen GLB adalah semakin besarnya jarak pada lintasan semakin lama pula waktu sampainya mobil-mobilan pada ujung lintasan. Nilai kecepatan yang diperoleh pada *software tracker* bernilai stabil, dengan nilai percepatan mendekati angka nol.

Hubungan jarak terhadap waktu pada eksperimen GLBB adalah semakin besarnya jarak yang digunakan maka semakin lama pula waktu sampainya mobil-mobilan pada ujung lintasan. Nilai percepatan yang didapatkan pada aplikasi software tracker bernilai stabil atau konstal, dengan nilai kecepatan yang didaptkan sebanding dengan waktu sampainya mobil-mobilan. Bentuk grafik dari gerak lurus beraturan pada jarak (x) dan waktu (t) berbentuk garis lurus sedangkan grafik dari gerak lurus berubah beraturan pada jarak (x) dan waktu (t) berbentuk parabola.

B. Saran

Berdasarkan hasil yang telah dicapai dan kendala yang ditemukan dalam penelitian. Sebagai saran untuk tindak lanjut dan pengembangan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. *Tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis video *tracker* layak digunakan pada laboratorium Fisika di univeristas, karena *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju dapat membuktikan karakteristik dari fenomena materi gerak lurus pada bidang horizontal.
2. *Tool* pemodelan eksperimen gerak lurus dibantu mobil-mobilan dengan kontrol laju untuk analisis video *tracker* layak digunakan di laboratorium pada sekolah-sekolah, sehingga pemahaman materi tidak hanya dilakukan oleh guru didalam kelas saja dan pelaksaan eksperimen jadi lebih cepat.

3. Masih ada kendala dalam pelaksaan eksperimen dikarenakan tidak stabil nya kuat arus pada alat untuk itu dibutuhkan *tool* pemodelan eksperimen gerak lurus yang memiliki kuat arus yang stabil.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi. Jakarta: PT. Rineka Cipta

Asrizal, Yohandri, Zulhendri Kamus. 2018. *Studi Hasil Pelatihan Analisis Video dan Tool Pemodelan Tracker pada Guru MGMP Fisika Kabupaten Agam*. Jurnal Eksakta Pendidikan. Volume 2. No.1.

Bahrin, 2017, *Sistem Kontrol Penerangan Menggunakan Arduino Uno Pada Universitas Ichsan Gorontalo*, ILKOM Jurnal Ilmiah, 9(3) :282-289, ISSN 2548-7779

Brown, D and Cox. Anne J. 2009. *Innovative Uses of Video Analysis*. *ThePhysics Teacher Journal*. Vol. 47

Deesera, Vionanda Sheila, dkk. 2017. *Rancang Bangun Alat Ukur Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) pada Bidang Miring Berbasisi Arduino.* Jurnal Coding Sistem Komputer Untan. Volume 05, No. 2 (2017), Hal. 47-56

Dorf, C. Richard. 1983. *Sistem Pengaturan*. Jakarta: Erlangga.

Fahruri, Habib Wildan, dkk. 2021. *Monitoring Arus, Tegangan dan Suhu pada Prototype Thermoelectric Generator Berbasisi IoT*. Jurnal Teknik Elektro. Volume 10 Nomor 01 Tahun 2021, 137-144.

Fitri, Maisa, dkk. 2014. *Pembuatan Sistem Penentuan Koefisien Gesek Statis Benda.*Jurnal Sainstek Vol. VI No. 2: 135-147. ISSN: 2085-8019.

Gregario, Jay B. (2015). *Using Analysis Micro computer_Based Laboratories (MBL's) and Educational Simulations as Pedagogical Tolls in Revolitionizing Inquiry Science Teaching and Learning.* K-12 STEM Education.

Humairah, Rani, Asrizal, Zulhendri Kamus. 2016. *Pembuatan Sistem Pengukuran Besaran Gerak Lurus Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sensor Optocopler*. Pillar of Physiscs. Vol 7, 65-71.

Ibrahim, M. F. N., 2019, *Pengaruh Penggunaan Media Analisis Tracker Pada Pembelajaran Gerak Jatuh Bebas Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Interpretasi Grafik Siswa*, *Skripsi*, 61 hal, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia, Juni 2019.

Ishaq, Muhammad. 2007. *Fisika Dasar*. yogyakarta: Graha ilmu.

Iqbal, M. Sugita. 2020. *Implementasi Eksperimen Fisika Kreatif Terhadap Kreativitas Peserta Didik Di SMA 2 Banda Aceh.* Universitas Negeri Semarang.

Kamajaya, K. 2007. *Inspirasi Sains Fisika*. Jakarta: Ganeca Exact.

Khotijah, dkk. 2019. *Pengembangan Praktikum Fisika Materi Hukum Kekekalan Momentum Menggunakan Aplikasi Video Tracker*. Physics Education Research Journal Vol. 1 No. 1 (2019), 37-45 P-ISSN: 2685-6190

Kurniawan, Dwi, dan Imam Sucahyo. 2015. *Perancangan Percobaan Gerak Lurus Berubah Beraturan pada Bidang Miring.* Jurnal Inovasi Fisika Indonesia Volume 04 Nomor 03 Tahun 2015, Hal. 84-88.

Kurniawan,Sigit. 2017. *Rancang Bangun Sistem Otomasi Pengalih Catu Daya Cadangan 5 VDC untuk Beban Daya Rendah.* JoP, Vol. 2 N0. 2, Juni 2017: 1 – 5. ISSN: 2502-2016

Muhammadi. 2011. *Penelitian Rekayasa*. Bandung: Informatika.

Muchtar, Husnibes, dkk. 2016. *Implementasi Wavecom dalam Monitoring Beban Listrik Berbasis Mikrokontroler.* Jurnal Teknologi : Universitas Muhamadiyah jakarta. Volume 9 No.1, Januari 2017. ISSN : 2085 – 1669. e-ISSN : 2460 – 0288.

Nisa, Choirun, dkk. 2014. *Perancangan Instrumentasi Pengukuran Waktu Dan Kecepatan Menggunakan DT-Sense Infrared Proximity Detector Untuk pembelajaran Gerak Lurus Beraturan.* Jurnal Pendidikan Fisika Dan Aplikasinya (JPFA). Vol 4 No 1, Juni 2014.

Octriany, Yolla, dan Asrizal. 2019. *Pembuatan Tool Modeling Eksperimen Bidang Miring Dengan Pengontrolan Sudut Kemiringan Otomatis Untuk Analisis Video Tracker.* Pillar of Physics, Vol. 12. Desember 2019, 31-38

Pakpahan, Sahat. 1988. *Automatic Control.* Jakarta: Erlangga.

Prihatini, Sri, Wahyuni Handayani, Rena Denya Agustina. 2017. *Identifikasi Faktor Perpindahan Terhadap Waktu Yang Berpengaruh Pada Kinematika Gerak Lurus Beraturan (GLB) Dan Gerak Lurus Berubah Baraturan (GLBB).* JoTaLP: Journal of Teaching and Learning Physics 2, 2 (2017):13-20. ISSN 2580-3107 (online). ISSN 2528-5505 (Print).

Putri, C., dan Asrizal, 2019, *Pengembangan Tool Pemodelan Gerak Melingkar Beraturan Dengan Pengontrolan Laju Motor Dc Berbantukan Analisis Video Tracker*, Pillar Of Physics, Vol. 12. Desember 2019, 61-69

Sadim , Mohd, Dr. R. K.Sharma. 2018. *Monitoring of Temperature and Humidity of Remote Place using Cloud Computing*. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering. Vol. 6, Issue 4.

Setio, Ade Nugroho, dkk. 2013). *Rancang Bangun Sensor Pengukur Level Interface Air dan Minyak pada Mini Plant Separator*. TEKNOFISIKA, Vol.2 No.2 Edisi Mei 2013, ISSN 2089-7154

Siahaan, Sardianto Markos. 2012. *Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Pembelajaran Fisika*. Prosiding Seminar Nasional Fisika.

Solihun, Ahmad. 2015. *Pengembangan Alat Peraga GLB dan GLBB Berbasis Sensor LDR (Light Dependent Resistor).* Jurnal Radiasi, 6 (1): 101-102

Subekti, M., Lukman, Indrawan, D., dan Putra, G., 2014, *Perancangan Case Tools Untuk Diagram Use Case, Activity, Dan Class Untuk Permodelan Uml Berbasis Web Menggunakan Html5 Dan Php*, Computer Science: UB. Vol. 5(2**):** 625-635

Supriyatna dan Liszulfah Roza. 2021. *Analisis Keakuratan Sensor Inframerah dan Stopwatch pada Praktik GLB dan GLBB.* Jurnal Inovasi Penelitian. Vol. 2, No. 1, Juni 2021.

Suprayogi, Aries, dkk. 2019. *Sistem Pendeteksi Kecelakaan Pada Sepeda Motor Berdasarkan Kemiringan Menggunakan Sensor Gyroscope Berbasis Arduino.*

Jurnal Pengembangan Teknologį Įnformasį dan Įlmu Komputer e-ĮSSN: 2548-964X Vol. 3, No. 3, Maret 2019, hlm. 3079-3085.

Susilawati, S., Satriawan, M., Rizal, R., dan Sutarno, S., 2019. *Fluid experiment design using video tracker and ultrasonic sensor devices to improve understanding of viscosity concept*. Journal of Physics: Conference Series (International Conference on Mathematics and Science Education 2019 (ICMScE 2019), doi:10.1088/1742-6596/1521/2/022039

Umar, F. 1994. Metodologi *Penelitian untuk Insinyur*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.

Wardani, A.K, dkk. 2013. *Tinjauan Ulang Materi Ajar Gerak Lurus Beraturan Melalui percobaan Gravity Current Dalam Skala Laboratorium.* Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 9 (2013) 113-122. ISSN: 1693-1246, Juli 2013.

Weku, Hendra S, dkk. 2015. *Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. E-Jurnal Teknik Eletro dan Komputer Vol. 5, No. 7 (2015) , ISSN: 2301-8402.

Widyastari, Cornelia Erviana Prima. 2017. *Pengaruh Kinerja Keuangan dan Nilai Perusahaan Terhadap Kinerja Harga Saham (Return Saham) dengan Kinerja Corporate Social Responsibility Sebagai Variabel Pemoderasi*. Unika Soegijapranata Semarang : Semarang.

.