

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI *BRACKET*
PROYEKTOR BERBASIS ANDROID**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Aria Pandu Firmansyah

No. Mahasiswa : 19525016

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI *BRACKET*
PROYEKTOR BERBASIS ANDROID**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Aria Pandu Firmansyah

No. Mahasiswa : 19525016

Yogyakarta, 14 November 2023

Pembimbing I,



Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T.,
M.Eng., IPP

Pembimbing II,



Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Aria Pandu Firmansyah

NIM : 19525016

Program Studi : S1, Teknik Mesin

Institusi : Universitas Islam Indonesia

Judul Laporan : Perancangan Sistem Kendali Bracket Proyektor Berbasis Android

Dengan ini saya menyatakan, semua yang saya tulis pada Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan atau ringkasan yang saya ambil sebagai referensi dan telah saya cantumkan sumber-sumbernya. Apabila di kemudian hari pengakuan saya terbukti tidak benar, maka saya bersedia mengikuti hukuman atau sanksi yang diberikan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 07 Desember 2023



Aria Pandu Firmansyah
19525016

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
PERANCANGAN SISTEM *BRACKET* PROYEKTOR
BERBASIS ANDROID

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Aria Pandu Firmansyah

No. Mahasiswa : 19525016

Tim Penguji

Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP

Ketua

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

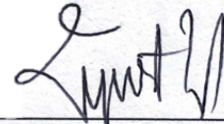
Anggota I

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP

Anggota II



Tanggal : 4 Des 2023



Tanggal : 1 des 2023



Tanggal : 4 Des 2023

Mengetahui



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada orang tua saya, bapak dan ibu, yang sudah memberikan support dan mendoakan segala yang baik. Berkat doa-doa yang kalian panjatkan, saya bisa mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini sampai selesai. Berkat didikan dan dukungan kalian selama ini, saya menjadi pribadi yang tangguh dan disiplin. Berkat kalian juga, saya bisa menyelesaikan studi sarjana dengan lancar.

Tugas akhir ini juga saya persembahkan kepada semua tenaga didik terutama dosen pembimbing saya, yang dengan segala kesabaran mendidik dan memberikan masukan-masukan yang membangun sehingga saya mendapatkan banyak ilmu-ilmu yang berharga dan membentuk saya menjadi pribadi yang lebih baik.

HALAMAN MOTTO

“Great men are not born great; they grow great.”

(Mario Puzo, *The Grandfather*)

"It's Us Who Gives Meaning To Our Comrades' Lives!"

(Erwin Smith, *Attack on Titan*)

“A lesson without pain is meaningless. That’s because no one can gain without sacrificing something. But by enduring that pain and overcoming it, he shall obtain a powerful, unmatched heart... a Fullmetal heart.”

(Fullmetal Alchemist)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji-pujian dan ucapan syukur dipanjatkan kepada Allah Swt. Karena berkat restu, rahmat, dan hidayahnya, penulis dapat mengerjakan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kendali *Bracket* Proyektor Berbasis Android” hingga selesai. Shalawat serta salam juga tercurah untuk baginda Rasulullah SAW. Berkat beliau yang telah membuka jalan untuk seluruh umat muslim memiliki kesempatan untuk menggali ilmu dengan penuh semangat dan akhlak yang baik.

Tugas akhir ini diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S1 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini, tapi berkat dukungan dan doa berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi terhadap pengerjaan tugas akhir ini

1. Ibu, bapak, mbak Laras, dan dek Syalsa yang sudah dengan sabar mendukung dan mendoakan saya selama pengerjaan, sehingga saya dapat menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini sampai akhir.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP, selaku ketua prodi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Arif Budi Wicaksono, ST, M.Eng., IPP dan Bapak Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP, selaku dosen pembimbing, yang telah banyak memberikan ilmu, arahan, dan saran kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir.
4. Semua dosen dan laboran Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah banyak memberikan ilmu selama perkuliahan yang sangat bermanfaat untuk mendukung pengerjaan tugas akhir ini.
5. Saudari Yoenidea Dasenta, sebagai sahabat terbaik yang telah banyak memberikan dukungan dan menemani dari awal perkuliahan sampai pengerjaan tugas akhir.

6. Saudara Aktaffi Berlian Fazia, teman satu daerah dan seperjuangan tugas akhir yang telah banyak membantu selama pengerjaan tugas akhir.
7. Saudara Bagus Pribadi, yang telah banyak membantu dan memberikan solusi dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Kawan-kawan *Javanese Class*, yang menjadi teman seperjuangan dan teman berkeluh kesah selama perkuliahan dan teman.
9. Kawan-kawan kos Pondok Sawojajar, yang menemani mengusir letih mengerjakan tugas akhir.
10. Kawan-kawan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia, yang menjadi teman seperjuangan dalam menempuh studi.

Semoga segala dukungan dan kontribusi yang diberikan kepada penulis dibalas beribu-ribu kali lipat oleh Allah SWT. Aamiin Ya Robbal ‘Alamin.

Penulis sadar bahwa pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya kepada pembaca atas kesalahan-kesalahan yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini, baik kesalahan dalam perancangan, kesalahan penulisan laporan tugas akhir ini, dan juga salah kata dan perbuatan selama pengerjaan tugas akhir ini. Teknis dan non-teknis. Akhir kata dari penulis, semoga tugas akhir ini bermanfaat untuk orang banyak.

Yogyakarta, 11 November 2023

Penulis,

Aria Pandu Firmansyah

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk merancang sistem kendali alat Bracket Proyektor dengan 2 Derajat Kebebasan berbasis Android. Perancangan berdasar pada keresahan pada ruangan laboratorium CAD CAM Teknik Mesin UII. Hasil proyeksi dari proyektor yang terletak pada bracket fixed yang diletakkan di langit-langit ruangan memiliki ukuran yang lebih kecil daripada latar putih yang menjadi target pantulan. Perancangan sistem kendali menggunakan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler pada rangkaian sitem kendali. Konektivitas yang digunakan pada perancangan adalah konektivitas bluetooth. Alat bracket proyektor dikendalikan menggunakan aplikasi android. Operator mengirimkan perintah melalui tombol pada aplikasi dan smartphne android akan mengirimkan data perintah yang akan diterima oleh Arduino Uno R3 dan akan memberikan daya kepada motor DC sesuai data perintah. Perancangan menggunakan limit switch sebagai fitur keamanan. Motor DC akan berhenti bekerja ketika bracket menekan limit switch.

Hasil dari perancangan adalah terbentuknya rangkaian sistem kendali dan aplikasi untuk mengendalikan. Hasil Pengujian menunjukkan bahwa alat bracket proyektor dapat dikendalikan menggunakan aplikasi android yang telah dibuat.

Kata kunci: Android, Bracket, Nirkabel, Proyektor, Sistem kendali

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK... ..	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 BATASAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN PENELITIAN ATAU PERANCANGAN.....	4
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 KAJIAN PUSTAKA	5
2.2 LANDASAN TEORI	8
BAB 3 METODE PENELITIAN	10
3.1 ALUR PERANCANGAN.....	10
3.2 KRITERIA PERANCANGAN	11
3.3 IDENTIFIKASI KEBUTUHAN PERANGKAT KERAS SISTEM KENDALI.....	11
3.4 ALTERNATIF MIKROKONTROLER DAN PENENTUAN ALTERNATIF.....	12
3.5 ALAT DAN BAHAN	14
3.6 PERANCANGAN.....	19
3.7 METODE PENGUJIAN	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 HASIL PERANCANGAN.....	29

4.2	HASIL PENGUJIAN	35
4.3	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	42
BAB 5	PENUTUP	47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	47
	DAFTAR PUSTAKA.....	48
	LAMPIRAN 1	50
	LAMPIRAN 2	57
	LAMPIRAN 3	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka	7
Tabel 3. 1 Tabel Perbandingan Mikrokontroler	13
Tabel 4. 1 Fungsi Tombol Pada Aplikasi	30
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Konektivitas Bluetooth 4.1	37
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Konektivitas Bluetooth 4.2.....	38
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Gerak Bracket Maju dan Mundur.....	39
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Gerak Ayun Bracket Naik dan Turun.....	40
Tabel 4. 6 Data Pengujian Stabilitas input-output.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Hasil Proyeksi pada Laboratorium CAD CAM.....	2
Gambar 3. 1 Alur Perancangan	10
Gambar 3. 2 Solder Listrik	14
Gambar 3. 3 Kawat Solder	14
Gambar 3. 4 Multimeter	15
Gambar 3. 5 Arduino IDE	16
Gambar 3. 6 MIT App Inventor.....	16
Gambar 3. 7 Arduino Uno R3	17
Gambar 3. 8 Motor Driver L298N.....	17
Gambar 3. 9 Bluetooth Module HC-05	18
Gambar 3. 10 Motor DC.....	18
Gambar 3. 11 Limit Switch	19
Gambar 3. 12 Alat Bracket Proyektor	20
Gambar 3. 13 Arah gerak alat.....	20
Gambar 3. 14 Peletakan perangkat keras mekanisme maju dan mundur	21
Gambar 3. 15 Arah gerak ayun.....	22
Gambar 3. 16 Peletakan perangkat keras mekanisme ayun	22
Gambar 3. 17 Skema perancangan pusat sistem kendali.....	24
Gambar 3. 18 Alur keterhubungan perangkat lunak dengan pusat sistem kendali	24
Gambar 3. 19 Alur Kerja Aplikasi Android	25
Gambar 3. 20 Sketsa Layout Aplikasi	26
Gambar 3. 21 Alur Program Mikrokontroler	27
Gambar 4. 1 Tampilan Aplikasi Android	29
Gambar 4. 2 Alur Kerja Aplikasi Android	30
Gambar 4. 3 Alat Bracket Proyektor dengan 2 Derajat Kebebasan	31
Gambar 4. 4 Mekanisme Gerak Maju Mundur	32
Gambar 4. 5 Mekanisme Gerak Ayun	33
Gambar 4. 6 Peletakan Limit Switch Gerak Maju Mundur.....	34
Gambar 4. 7 Peletakan Limit Switch Gerak Ayun Naik Turun.....	34
Gambar 4. 8 Rangkaian Sistem Kendali.....	35

Gambar 4. 9 Set-Up Pengujian Alat	36
Gambar 4. 10 Diagram lingkaran Bluetooth 4.1	38
Gambar 4. 11 Diagram lingkaran Bluetooth 4.2	39
Gambar 4. 12 Kondisi batang ulir leadscrew	44

DAFTAR NOTASI

<i>CW</i>	=	<i>Clockwise (searah jarum jam)</i>
<i>CCW</i>	=	<i>Counter-Clockwise (berlawanan arah jarum jam)</i>
<i>RPM</i>	=	<i>Rotation per minute</i>
<i>V</i>	=	<i>Volt (satuan tegangan listrik)</i>
<i>A</i>	=	<i>Ampere (satuan arus listrik)</i>
<i>m</i>	=	<i>Meter (satuan jarak)</i>
<i>Kg.cm</i>	=	<i>Satuan torsi</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi yang kian meningkat memudahkan manusia untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Penggunaan teknologi secara masif terjadi di berbagai aspek kehidupan, seperti dalam kegiatan belajar mengajar, kegiatan perkantoran, hiburan, dan berbagai aspek kehidupan lainnya. Kebutuhan akan alat bantu teknologi dalam kegiatan-kegiatan tadi akan membutuhkan pembaruan yang akan semakin mempermudah dan memperlancar kegiatan sehari-hari.

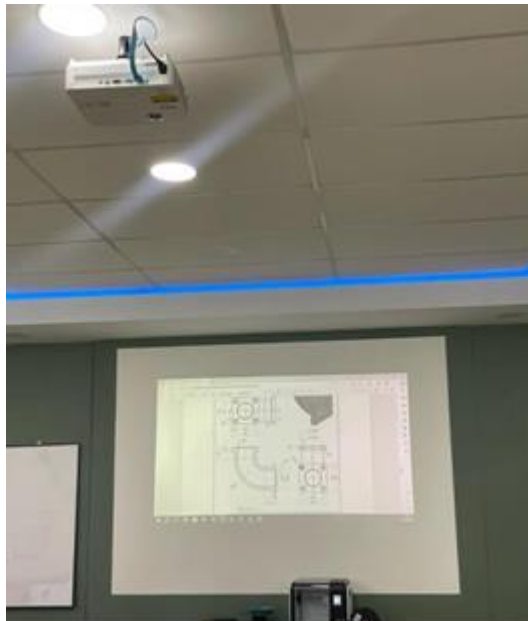
Salah satu alat bantu teknologi yang sering dijumpai di masa sekarang adalah proyektor. Proyektor umumnya digunakan dalam proses belajar mengajar, rapat di kantor, ataupun menonton tayangan hiburan. Proyektor dianggap efektif dalam kegiatan-kegiatan tersebut dikarenakan dapat menjangkau jumlah audien yang lebih banyak dikarenakan proyektor dapat menampilkan visual yang lebih besar secara dimensi. Proyektor yang saat ini beredar di pasaran juga memiliki kualitas visual yang jernih dan dapat diandalkan.

Secara prinsip, proyektor adalah alat bantu untuk menampilkan atau menduplikasi gambar atau visual dengan media cahaya yang dipantulkan kearah platform tertentu seperti tembok atau *screen projector*. Besar visual dari proyektor salah satunya bergantung dari seberapa jauh proyektor terhadap *platform*. Semakin jauh jarak proyektor terhadap *platform*, dimensi visual yang ditampilkan akan semakin besar.

Saat ini, proyektor yang terdapat di ruangan-ruangan kelas ataupun perkantoran umumnya diletakkan di langit-langit ruangan menggunakanudukan yang pakem agar penggunaannya menjadi lebih praktis. Dudukan proyektor yang umum digunakan pada langit-langit ruang perkantoran dan ruang kelas berupa besi yang dibaut langsung pada plafon dan di ujung lainnya merupakan tempat untuk meletakkan proyektor. Penggunaanudukan ini umum digunakan karena murah dan praktis dalam instalasinya. Meski demikian, dudukan jenis pakem memiliki kekurangan pada mobilitasnya. Posisi proyektor yang sudah ditautkan dengan

dudukan jenis *fixed* tidak dapat berpindah posisi. Hal ini mengakibatkan visual yang dihasilkan memiliki dimensi yang tetap.

Permasalahan nyata di lapangan terjadi pada Laboratorium CAD CAM Teknik Mesin UII. Pada ruangan laboratorium CAD CAM, *bracket* proyektor yang digunakan adalah *bracket* proyektor yang *fixed*. Hasil proyeksi yang dihasilkan oleh proyektor di laboratorium CAD CAM memiliki dimensi lebih kecil dibandingkan dengan dimensi yang ideal. Hasil proyeksi proyektor pada ruangan laboratorium CAD CAM hanya memiliki dimensi sebesar 184 cm x 138 cm, sedangkan besaran dimensi hasil proyeksi yang diharapkan adalah sebesar 240 cm x 175 cm.



Gambar 1. 1 Hasil Proyeksi pada Laboratorium CAD CAM

Hasil proyeksi proyektor di Laboratorium CAD CAM yang dapat dilihat pada gambar 1.1 memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan latar putih pada dinding yang menjadi target proyeksi. Permasalahan pada laboratorium CAD CAM yang terjadi dapat diselesaikan dengan mengubah pengaturan *zoom in/out* pada proyektor. Tetapi posisi proyektor yang terletak di langit-langit ruangan menghalangi pengguna untuk mengatur besaran hasil proyeksi. Solusi lain dari permasalahan yang terjadi adalah dengan merubah jarak proyektor terhadap target proyeksi proyektor. Jarak proyektor terhadap target pantulan dapat dirubah dengan menambahkan alat *bracket* proyektor yang bisa bergerak dan mengatur jarak

proyektor terhadap target pantulan. Pengaturan jarak *bracket* proyektor terhadap target pantulan membutuhkan media untuk mengendalikannya karena tanpa media, akan menyulitkan pengguna untuk mengoperasikannya. Maka dari itu, perancangan ini berguna untuk membuat sistem kendali untuk *bracket* proyektor.

Konsep dari perancangan yang dilakukan adalah membuat sistem kendali untuk alat *bracket* proyektor yang bisa bergerak. Sistem kendali yang dirancang harus bisa mengendalikan alat secara nirkabel. Salah satu media untuk mengendalikan secara nirkabel adalah melalui perangkat *remote control*. *Smartphone android* dengan konektivitas *Bluetooth* dan *Wi-Fi* menjadi pilihan sebagai media pengendali alat. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kendali alat *bracket* proyektor berbasis *Android*. Penelitian ini diharapkan akan memudahkan pengguna proyektor untuk mengendalikan alat *bracket* proyektor secara nirkabel dan menyelesaikan permasalahan pada Laboratorium CAD CAM Teknik Mesin UII.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari perancangan tugas akhir ini, yaitu :

1. Bagaimana rancangan sistem kendali untuk alat *Bracket* Proyektor berbasis *Android*?
2. Bagaimana wujud aplikasi *Android* untuk menjadi sistem pengendali dari *Bracket* Proyektor?
3. Bagaimana program pada mikrokontroler untuk menerima data dari *Android* agar motor penggerak dapat menggerakkan *bracket*?

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan untuk permasalahann tugas akhir ini, yaitu

1. Perancangan sistem kendali hanya terbatas untuk aplikasi *Android*.
2. Hanya membatasi sistem kendali dan tidak membahas perancangan mekanisme.
3. Perancangan sistem kendali hanya terbatas pada gerak maju mundur dan gerak ayun naik turun pada *bracket* proyektor.

1.4 TUJUAN PENELITIAN ATAU PERANCANGAN

Tujuan dari perancangan untuk tugas akhir ini, yaitu:

1. Merancang rangkaian sistem kendali untuk alat *Bracket* Proyektor dengan 2 Derajat Kebebasan
2. Merancang aplikasi *android* sebagai remot kendali *Bracket* Proyektor untuk pengendalian jarak jauh
3. Membuat program pada mikrokontroler untuk menerima data yang dikirimkan oleh *Android* agar perintah dari aplikasi remot kendali pada *Android* dan output gerak dari *bracket* selaras.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Secara garis besar laporan ini terdiri dari 5 bab, yang mana dari 5 bab tersebut dibagi lagi menjadi beberapa subbab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Bab 1 yaitu pendahuluan, bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 membahas tentang tinjauan pustaka yang terdiri dari landasan teori sistem dan program yang digunakan dalam membuat tugas akhir.
3. Bab 3 membahas tentang metode penelitian yang mana meliputi alur perancangan, alat dan bahan yang digunakan serta proses perancangan.
4. Bab 4 membahas mengenai hasil dari perancangan yang telah dilakukan dan analisis tentang data-data pengujian yang sudah dilakukan.
5. Bab 5 yaitu penutup, yang berisi tentang kesimpulan dan saran

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Proyektor merupakan suatu alat untuk memproyeksikan atau menampilkan gambar dari suatu sumber elektronik melalui media cahaya yang dipantulkan ke suatu bidang datar vertikal dan memiliki warna netral. Proyektor sering dimanfaatkan pada kegiatan sehari-hari, seperti proses pembelajaran, presentasi suatu topik, menonton tayangan hiburan, dan sebagainya. Pada umumnya, proyektor diletakkan di suatu bidang horizontal seperti meja atau lantai, atau diletakkan di langit-langit dengan bantuan *holder* statis.

Holder statis proyektor memiliki kelemahan yaitu kurangnya fleksibilitas perihal rentang dimensi tayangan yang ditampilkan oleh proyektor. Proyektor umumnya memiliki dimensi tampilan tetap pada jarak tertentu, dan dikarenakan *holder* yang digunakan statis, maka mustahil untuk merubah jarak dari proyektor ke bidang datar yang akan memantulkan cahaya proyektor. Konsep *holder* proyektor yang memiliki fleksibilitas jarak antara proyektor dan bidang datar yang dituju dapat mengatasi kekurangan pada *holder* proyektor konvensional.

Penelitian yang dilakukan oleh (Kuswandi Dkk., 2021) menggunakan *slider* sebagai alat bantu untuk pergerakan kamera dalam menunjang Teknik sinematografi dan videografi. Pada penelitian tersebut, kamera diletakkan diatas *slider* untuk membantu pergerakan kamera agar lebih halus. Konsep *slider* untuk mempermudah pergerakan kamera dapat diaplikasikan pada permasalahan kurangnya fleksibilitas *holder* proyektor konvensional. Dengan *slider*, maka *holder* proyektor akan dapat bergerak secara linear sehingga jarak *proyektor* dan bidang datar sebagai target pantulan cahaya proyektor dapat bervariasi dan memiliki dimensi pantulan cahaya yang bisa diatur sesuai kebutuhan. Pada penelitian tersebut, *slider* dikendalikan menggunakan aplikasi *android* melalui koneksi *Bluetooth* dengan Arduino uno sebagai mikrokontroler. Penelitian lain yang menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler untuk sistem kendali adalah penelitian yang dilakukan oleh (Sampurno, 2021). Penelitian tersebut merancang

sistem kendali alat bantu rehabilitasi kaki. Pada perancangan tersebut, sistem kendali menggunakan Arduino mega sebagai mikrokontroler.

Sistem kendali menggunakan aplikasi *android* banyak digunakan pada alat-alat yang membutuhkan kendali secara nirkabel. *Android* sendiri adalah sistem operasi dari google yang bersifat *open source*. *Android* memberikan pilihan yang tidak terbatas untuk membuat perangkat-perangkat lunak yang mendukung penjalanan ekosistem *Android*. Dikarenakan sifatnya yang *open source*, banyak programmer yang menggunakan *Android* sebagai *platform* untuk membuat aplikasi. Penelitian yang dilakukan oleh (Alamsyah et al., 2022) memanfaatkan aplikasi *Android* yang dirancang menggunakan *MIT app inventor* sebagai sistem kendali untuk mengendalikan perangkat elektronik di rumah seperti lampu, kipas, bahkan televisi.

Android saat ini banyak digunakan sebagai alat kendali dikarenakan sifatnya yang *open source* dan juga *smartphone android* memiliki konektivitas *bluetooth* dan *Wi-Fi* sebagai media pengiriman dan penerimaan data. Konektivitas *bluetooth* dan *Wi-Fi* yang nirkabel dinilai sangat mumpuni sebagai media komunikasi data dan akan mempermudah dalam pembuatan alat kendali jarak jauh. Salah satu penelitian yang menggunakan *bluetooth* sebagai media pengiriman dan penerimaan data untuk sistem kendali adalah penelitian oleh (Unnazif, & Almasri, 2022). Pada penelitian tersebut, sistem kendali dibangun untuk alat kendali tanam benih jagung berbasis Arduino uno yang menggunakan *bluetooth* sebagai media komunikasi nirkabel.

Selain *bluetooth*, *smartphone android* memiliki konektivitas *Wi-Fi* sebagai konektivitas nirkabel. Penelitian yang dilakukan oleh (Rinaldy,2021) yang berjudul Perancangan Sistem Kendali Mekanisme Pembuka Pintu Pada Robot Medis Berbasis Android Berbasis Android menggunakan ESP32 yang sudah terdapat *built-in Wi-Fi* sebagai mikrokontroler untuk sistem kendalinya. Penelitian yang dilakukan menggunakan *Wi-Fi* untuk konektivitas nirkabel yang berguna untuk menghubungkan dan mengirimkan data antara mikrokontroler dan *smartphone android*.

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka

Tahun Penelitian	Peneliti	Judul Pustaka	Deskripsi
2021	Didik Kuswandi et al.	Perancangan Dan Implementasi <i>Movement Slider</i> Kamera Guna Menunjang Teknik Sinematografi Dan Fotografi Menggunakan <i>Arduino Nano</i>	Penelitian membahas perancangan <i>movement slider</i> untuk kamera. Penelitian tersebut menggunakan <i>Arduino</i> sebagai mikrokontroler untuk sistem kendalinya
2022	Dia Unnazif et al.	Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Alat Tanam Benih Jagung Berbasis <i>Arduino Uno</i>	Penelitian membahas perancangan sistem kendali yang menggunakan <i>Arduino uno</i> sebagai mikrokontoler dan <i>module bluetooth HC-05</i>
2022	Gharisa Nur Alamsyah et al.	Sistem Kontrol Dan Monitoring Smart House Berbasis IoT Dengan Smartphone Android	Penelitian membahas perancangan sistem kendali <i>SmartHouse</i> berbasi IoT dengan <i>smartphone Android</i> sebagai remot kendali. Penelitian tersebut merancang aplikasi <i>android</i> menggunakab <i>MIT app inventor</i> .
2021	Rahmat Irvan Rinaldy	Perancangan Sistem Kendali Mekanisme Pembuka Pintu Pada Robot Asisten Medis Berbasis Android	Penelitian membahas perancangan sistem kendali yang menggunakan konektivitas <i>Wi-Fi</i> untuk menghubungkan dan pengiriman data antara mikrokontroler dan <i>smartphone android</i> .
2021	Stevano Tubagus Sampurno	Perancangan Sistem Kendali Alat Rehabilitasi Kaki dengan Dua Derajat Kebebasan.	Penelitian membahas perancangan sistem kendali yang menggunakan <i>Arduino mega</i> sebagai mikrokontroler untuk rangkaian sistem kendali.

2.2 LANDASAN TEORI

2.2.1 SISTEM KENDALI

Sistem kendali adalah suatu sistem yang dirancang untuk mempermudah pengendalian dari suatu perangkat keras yang terhubung dengan sistem tersebut melalui perangkat lunak (Handoko, 2017). Sistem kendali merupakan gabungan dari beberapa gabungan komponen yang terhubung antara satu komponen dengan satu komponen lainnya dengan tujuan untuk mengendalikan suatu sistem (Susanto, 2020).

2.2.2 ANDROID

Android adalah sistem operasi yang berjalan melalui kernel linux yang bersifat *open source*. *Android* banyak digunakan sebagai sistem operasi *smartphone*, televisi, dan juga sebagai media *programmer* untuk membuat aplikasi (Tam., et al, 2017). Dalam perancangan aplikasi untuk digunakan pada *android*, *android* menyediakan kepada *developer software* sumber daya yang melimpah untuk mengembangkan aplikasi secara cepat dan mudah bahkan tidak perlu menggunakan *smartphone android* secara langsung dalam pengembangannya (Gargenta, 2011).

2.2.3 BLUETOOTH

Bluetooth merupakan suatu media nirkabel untuk pertukaran informasi antara suatu perangkat keras dengan perangkat keras lainnya melalui pita frekuensi 2,4 GHz (Bisdikian, 2001). Konektivitas nirkabel *bluetooth* memungkinkan pengguna untuk menghubungkan dan mengirimkan data antara satu perangkat dengan perangkat lainnya tanpa menggunakan kabel (Insani, 2011).

2.2.4 KOMUNIKASI NIRKABEL

Komunikasi nirkabel adalah komunikasi yang menggunakan gelombang elektromagnetik untuk menghantarkan suatu informasi dari satu perangkat ke perangkat lain atau lebih sehingga mengeliminasi penggunaan kawat sebagai media penghantar informasi (Hardjono., Dkk, 2020).

2.2.5 LCD PROYEKTOR

LCD Proyektor adalah suatu alat untuk memproyeksikan atau menghasilkan gambar melalui media pantulan cahaya. LCD pada proyektor

memiliki panel yang dapat menghasilkan 3 warna yakni R-Red, G-Green, dan B-Blue. Dari panel-panel warna tersebut proyektor dapat menghasilkan gambar (Pratama, 2020). LCD Proyektor bekerja dengan cara memancarkan cahaya RGB ke suatu bidang datar yang menjadi target pantulan cahaya dari LCD proyektor. Cahaya yang dipancarkan akan menghasilkan duplikasi gambar dari sumber (Nurhayati, 2011).

2.2.6 ARDUINO BOARD

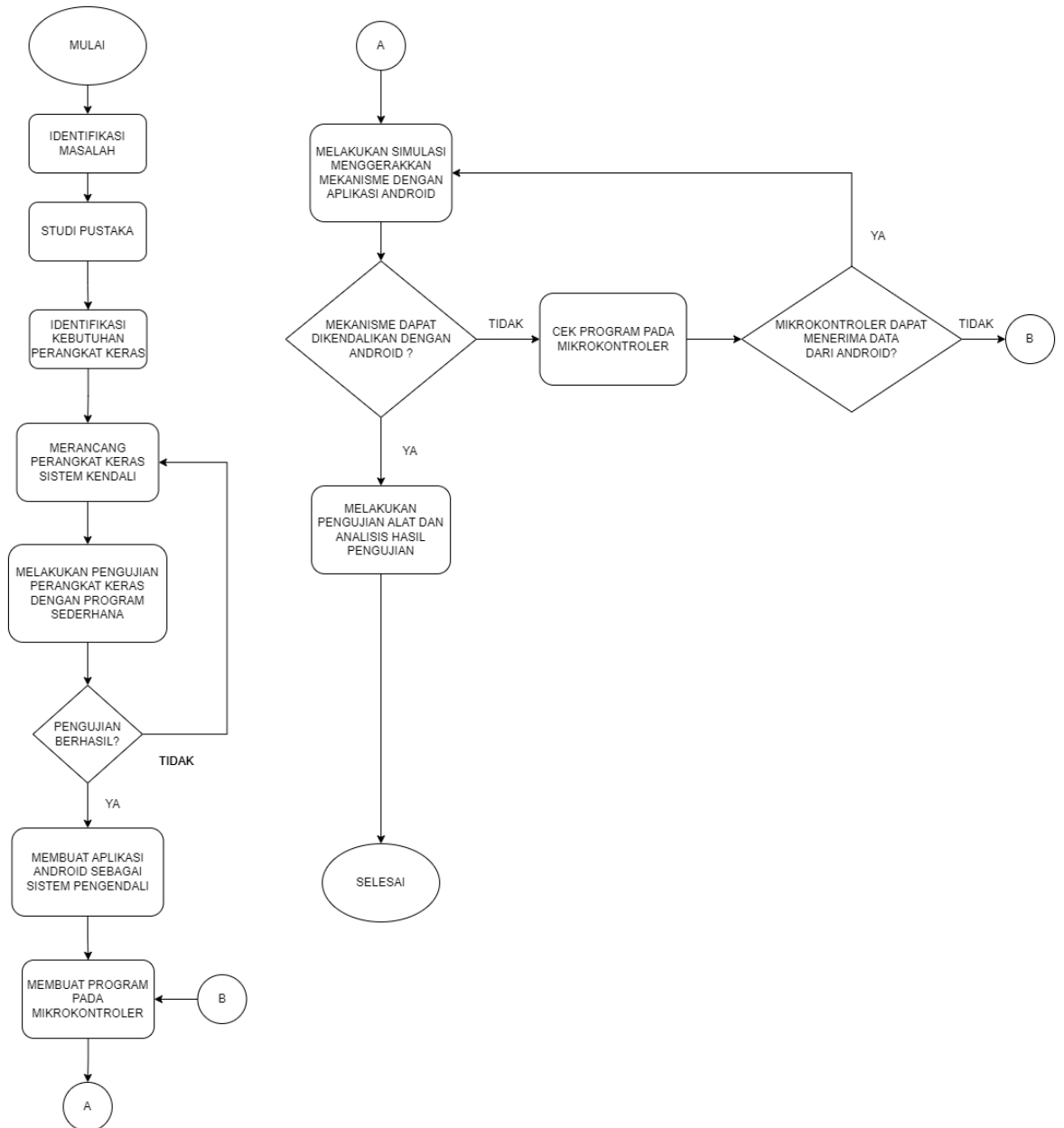
Arduino Board adalah salah satu papan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*. *Arduino* mikrokontroler. *Arduino Board* menggunakan mikrokontroler 8-bit merk ATmega sebagai komponen utamanya. Program perlu dimasukkan ke dalam *Arduino board* agar *Arduino board* dapat memproses *input* dan *output* yang diinginkan oleh *user*. *Arduino board* memiliki berbagai pin I/O digital maupun analog untuk menunjang kebutuhan *user* (Nurhadiyan, 2019).

2.2.7 ESP32 BOARD

ESP32 Board merupakan papan mikrokontroler yang sudah memiliki konektivitas Wi-Fi secara langsung pada *board*. Sama seperti *Arduino*, *ESP32* juga bersifat *open source*. *ESP32* menggunakan *micro USB* sebagai konektivitas input dayanya. *ESP32* menggunakan Xtensa LX6 32-bit sebagai CPU di dalam *board*. Selain itu, *ESP32* memiliki efisiensi yang baik karena bekerja tegangan yang rendah yaitu 3 Volt (Mouhammad et. Al., 2019).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 ALUR PERANCANGAN



Gambar 3. 1 Alur Perancangan

3.2 KRITERIA PERANCANGAN

Dalam perancangan sistem kendali Alat *Bracket* Proyektor dengan 2 Derajat Kebebasan berbasis *Android*, memiliki beberapa kriteria perancangan yang harus dicapai agar sistem kendali yang dirancang untuk mengendalikan *Bracket* Proyektor dapat digunakan secara optimal. Adapun kriteria perancangannya yaitu :

1. Sistem kendali harus bisa mengendalikan gerak kedua motor DC yang digunakan pada rangkaian *Bracket* Proyektor secara *clockwise* maupun *counter-clockwise*.
2. Sistem kendali harus mempunyai fitur keamanan agar ketika *bracket* mencapai batas gerak maksimum, motor DC dapat langsung berhenti aktif.
3. Sistem kendali harus dapat mengendalikan *Bracket* Proyektor secara nirkabel di ruangan yang sama antara *Android* yang terhubung dengan mikrokontroler *Bracket* Proyektor.
4. Sistem kendali harus bisa mengendalikan alat selama 90 detik secara berkelanjutan.

3.3 IDENTIFIKASI KEBUTUHAN PERANGKAT KERAS SISTEM KENDALI

Perancangan sistem kendali untuk alat *bracket* proyektor dengan 2 derajat kebebasan membutuhkan beberapa perangkat keras agar dapat bekerja sesuai dengan kriteria perancangan. Sistem kendali membutuhkan berbagai perangkat dengan berbagai fungsi. Alat *bracket* proyektor membutuhkan perangkat-perangkat yang berperan sebagai pusat kendali, pengendali motor penggerak, fitur keamanan, dan untuk konektivitas nirkabel.

Rangkaian sistem kendali membutuhkan mikrokontroler untuk menjadi pusat kendali dari rangkaian sistem kendali. Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat kendali dari rangkaian sistem kendali yang akan dirancang. Program *coding* akan di-*input* ke dalam mikrokontroler untuk penjalanan sistem kendali. Selain untuk *input* program, mikrokontroler dibutuhkan untuk pemberian daya kepada 2 motor DC 12 V yang berperan sebagai motor penggerak mekanisme alat. Penyaluran daya dan pengolah perintah kepada motor DC membutuhkan satu

komponen lain, yaitu sebuah *motor driver*. *Motor driver* yang akan digunakan adalah *motor driver* L298N. L298N mempunyai 2 *channel* motor penggerak yang bisa memberikan daya hingga 47V pada masing-masing motor.

Berdasarkan kriteria perancangan, alat *bracket* proyektor harus dapat dikendalikan secara nirkabel. Sistem kendali membutuhkan perangkat yang bisa menghubungkan mikrokontroler dan remot pengendali yaitu *smartphone android*. Salah satu dari konektivitas yang dimiliki oleh *smartphone android* adalah *bluetooth*. *Module bluetooth* tambahan dibutuhkan untuk dihubungkan ke mikrokontroler agar mikrokontroler dapat terhubung dengan *android*. Selain dapat dikendalikan secara nirkabel, dalam kriteria perancangan alat *bracket* proyektor mempunyai fitur keamanan agar motor DC tidak terus bergerak ketika mencapai batas gerak maksimum. Perangkat yang digunakan untuk fitur keamanan harus responsif mengirimkan perintah kepada mikrokontroler untuk berhenti memberikan daya kepada motor DC ketika *bracket* sudah mencapai batas gerak maksimum. Pada perancangan sistem kendali *bracket* proyektor, sensor berupa *limit switch* akan digunakan pada rangkaian sebagai perangkat untuk memenuhi kriteria fitur keamanan. *Limit switch* akan langsung memberikan sinyal perubahan kondisi kepada mikrokontroler ketika *switch* ditekan. *Limit switch* akan digunakan untuk setiap arah gerakan dari *bracket*, yaitu gerak maju, mundur, ayun naik, dan ayun turun.

3.4 ALTERNATIF MIKROKONTROLER DAN PENENTUAN ALTERNATIF

Identifikasi kebutuhan mikrokontroler menyimpulkan bahwa mikrokontroler harus bisa mengirimkan daya sebesar 12 V kepada masing-masing motor DC. Mikrokontroler juga harus mempunyai banyak *slot pin* untuk penghubungan mikrokontroler ke perangkat lainnya. Pilihan mikrokontroler yang akan digunakan pada perancangan adalah Arduino Uno R3 dan ESP32. Kedua mikrokontroler ini mempunyai fitur, spesifikasi, dan karakteristik yang cukup berbeda. Fitur, spesifikasi, dan karakteristik kedua mikrokontroler dibandingkan untuk mendapatkan pilihan mikrokontroler yang akan digunakan pada rangkaian sistem kendali.

Tabel 3. 1 Tabel Perbandingan Mikrokontroler

	Arduino Uno R3	ESP32
Konektivitas	Memerlukan <i>module Bluetooth</i> tambahan	Sudah terdapat <i>built-in wi-fi</i> pada <i>board</i>
Kelancaran Pengiriman Data	Lancar	Terkadang memiliki delay
Kemudahan Konektivitas	Mudah, hanya perlu memilih alamat <i>bluetooth</i>	Relatif lebih susah, perlu mengetahui IP address dari <i>board</i>
Jangkauan Konektivitas	10 meter	100 meter
Kemudahan Penggunaan	Pembagian fungsi pin lebih jelas	Perlu mendeklarasikan lebih lanjut untuk fungsi analog dan digital pada pin

Perbandingan kedua mikrokontroler yang bisa dilihat pada tabel 3.1 menunjukkan bahwa kedua mikrokontroler punya kelebihan dan kekurangan masing-masing. ESP32 sudah memiliki *built-in Wi-Fi* pada *board* dan *Arduino* memerlukan *module bluetooth* tambahan sebagai konektivitas nirkabel. Meskipun begitu, *Arduino* lebih lancar dalam pengiriman data dan konektivitas *bluetooth* dari *smartphone android* ke *module bluetooth* maupun sebaliknya lebih mudah dilakukan dibandingkan menggunakan konektivitas *Wi-Fi*. Selain konektivitas, untuk perbandingan jangkauan konektivitas. *Arduino* dengan *module buetooth* memiliki jangkauan konektivitas sejauh 10 meter. ESP32 memiliki jangkauan yang lebih luas, yaitu sejauh 100 meter dengan konektivitas *Wi-Fi*. Mengacu pada kriteria perancangan, alat *bracket* proyektor dapat dikendalikan secara nirkabel dengan *android* di ruangan yang sama. *Arduino* dengan jangkauan konektivitas 10 meter tergolong cukup untuk penggunaan dalam ruangan. Dari pembahasan perbandingan dan pertimbangan, *Arduino Uno R3* dipilih sebagai mikrokontroler untuk perancangan sistem kendali *bracket* proyektor.

3.5 ALAT DAN BAHAN

A. PERALATAN

Peralatan yang akan digunakan pada perancangan ini terdapat 2 jenis perangkat, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak

a. Perangkat Keras

1. Solder Listrik



Gambar 3. 2 Solder Listrik

Solder listrik adalah alat yang berfungsi untuk memanaskan kawat solder berbahan timah. Solder listrik bekerja dengan menghantarkan listrik ke bagian sekunder dan listrik akan berubah menjadi energi panas.

2. Kawat Solder



Gambar 3. 3 Kawat Solder

Kawat solder adalah kawat yang berbahan dasar timah. Kawat akan dilelehkan dengan panas oleh solder listrik dan akan berguna untuk menyambungkan rangkaian elektrik terbuka seperti kabel.

3. Multimeter

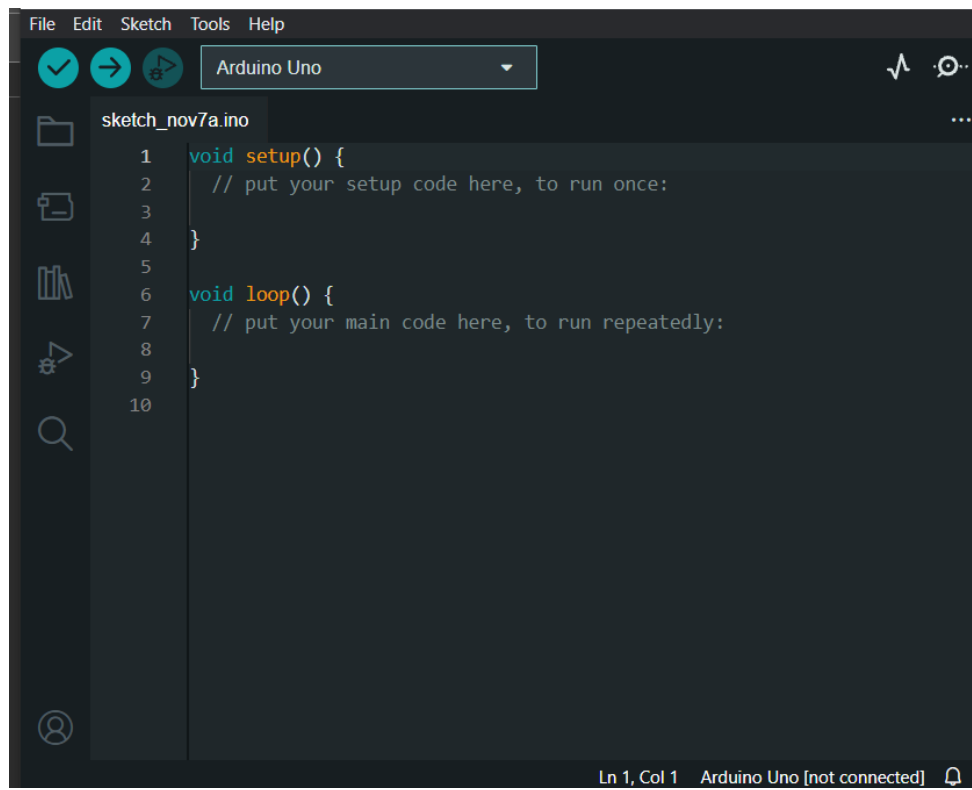


Gambar 3. 4 Multimeter

Multimeter adalah alat untuk mengukur 3 satuan listrik, yaitu arus listrik dengan satuan ampere, tegangan listrik dengan satuan voltase, dan hambatan listrik dengan satuan ohm. Multimeter bekerja dengan cara *probe* positif ditempelkan pada terminal positif dan *probe* negatif ditempelkan pada terminal negatif, lalu besaran satuan listrik yang akan diukur akan tertera pada monitor multimeter untuk multimeter digital atau jarum akan menunjukkan besaran satuan listrik untuk multimeter analog.

b. Perangkat Lunak

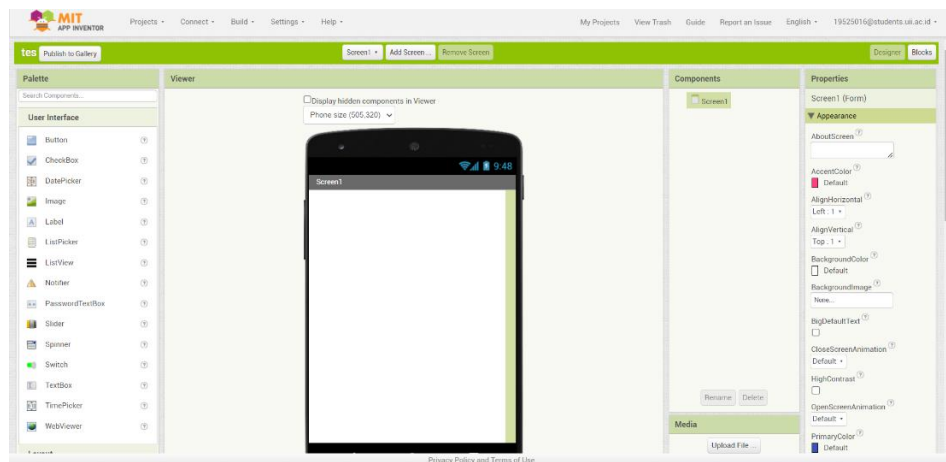
1. Arduino IDE



Gambar 3. 5 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk menyusun perintah pada papan mikrokontroler agar rangkaian mekanisme dapat dikendalikan sebagaimana tujuan dari pengguna.

2. MIT App Inventor



Gambar 3. 6 MIT App Inventor

Supaya perangkat *Android* dapat mengendalikan mekanisme, maka aplikasi dibuat menggunakan *MIT app inventor* yang aplikasi ini akan digunakan oleh operator alat sebagai *remote control* mekanisme *Bracket* Proyektor.

B. BAHAN

1. Arduino Uno R3



Gambar 3. 7 Arduino Uno R3

Pada penelitian ini, papan rangkaian elektronik yang digunakan adalah Arduino Uno R3. Arduino berfungsi sebagai media pengolahan informasi *input* dan *output* pemrograman pada rangkaian sistem kendali yang nantinya akan mengendalikan mekanisme *bracket* proyektor.

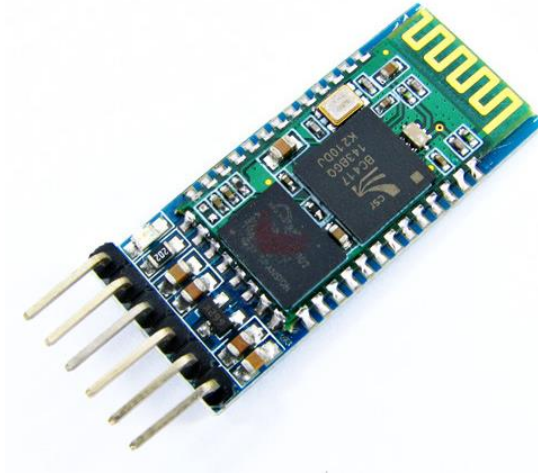
2. *Motor driver* L298N



Gambar 3. 8 Motor Driver L298N

Perangkat elektrik *Motor driver* L298N digunakan sebagai pengatur gerak motor DC yang dimana arah geraknya diatur melalui perintah dari Arduino

3. *Bluetooth Module* HC-05



Gambar 3. 9 *Bluetooth Module* HC-05

Untuk menerima data dari *android* ke Arduino, digunakan *module Bluetooth* HC-05 sebagai media penyalur informasi yang dikirimkan oleh aplikasi *android* ke papan elektrik Arduino.

4. Motor DC

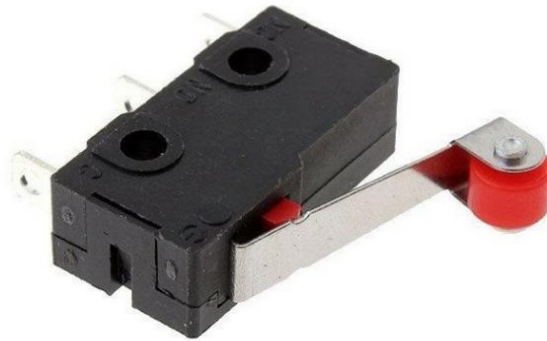


Gambar 3. 10 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang menggunakan arus searah sebagai sumber daya geraknya. Motor DC pada perancangan digunakan sebagai motor penggerak

untuk mekanisme agar dapat bergerak sesuai informasi dari Arduino melalui *motor driver*.

5. *Limit switch*



Gambar 3. 11 *Limit Switch*

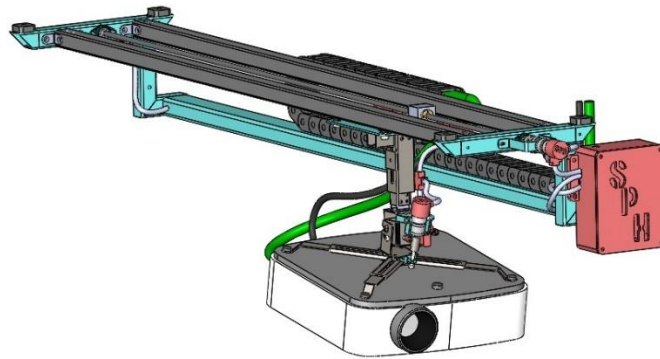
Limit switch pada perancangan sistem kendali *bracket* proyektor berfungsi sebagai sensor untuk membatasi gerak motor DC. *Limit switch* akan membatasi gerak motor DC agar tidak bekerja ketika mekanisme sudah mencapai batas jarak maksimum gerak.

3.6 PERANCANGAN

3.6.1 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

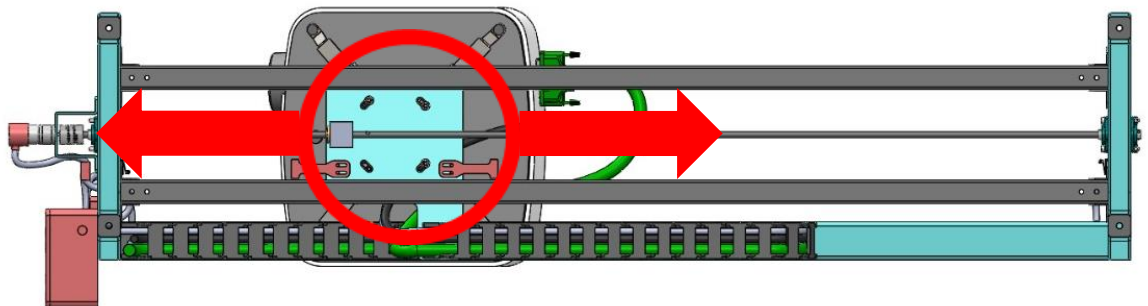
Perancangan sistem kendali *bracket* proyektor dimulai dari perancangan perangkat keras. Adapun perancangan perangkat keras terbagi menjadi 2 perancangan, yaitu perancangan perangkat keras yang akan dikendalikan dan perancangan perangkat keras sistem kendali.

1. Perancangan perangkat keras yang akan dikendalikan

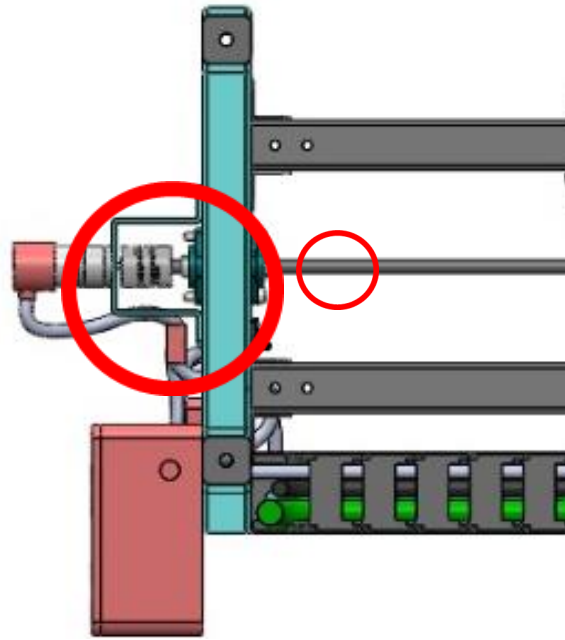


Gambar 3. 12 Alat *Bracket* Proyektor

Perangkat keras yang akan dikendalikan pada penelitian adalah motor penggerak dan sensor. Bentuk keseluruhan alat dapat dilihat pada gambar 3.12. Satu motor penggerak diletakkan di ujung *leadscrew* yang akan menggerakkan *bracket* maju dan mundur. Pada kedua ujung mekanisme *bracket* diletakkan masing-masing satu *limit switch*. Arah gerak alat dapat dilihat pada gambar 3.13 dan peletakan motor penggerak dan limit witch untuk mekanisme gerak maju dan mundur dapat dilihat pada gambar 3.14.

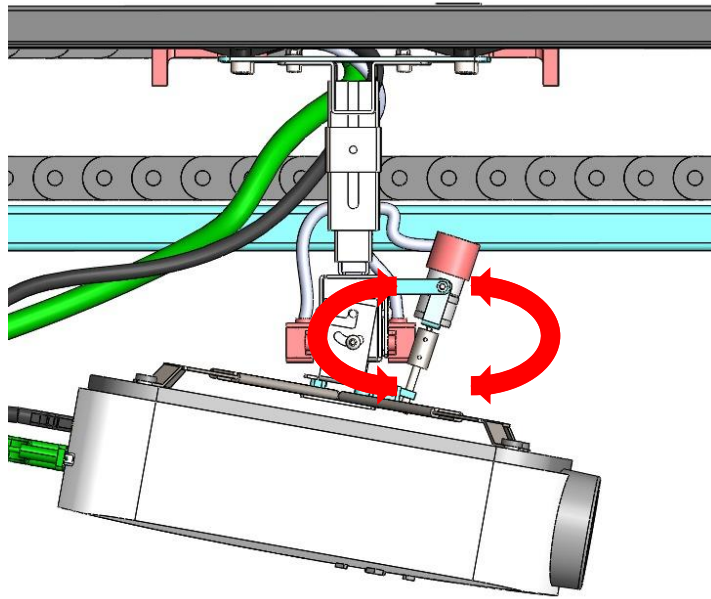


Gambar 3. 13 Arah gerak alat

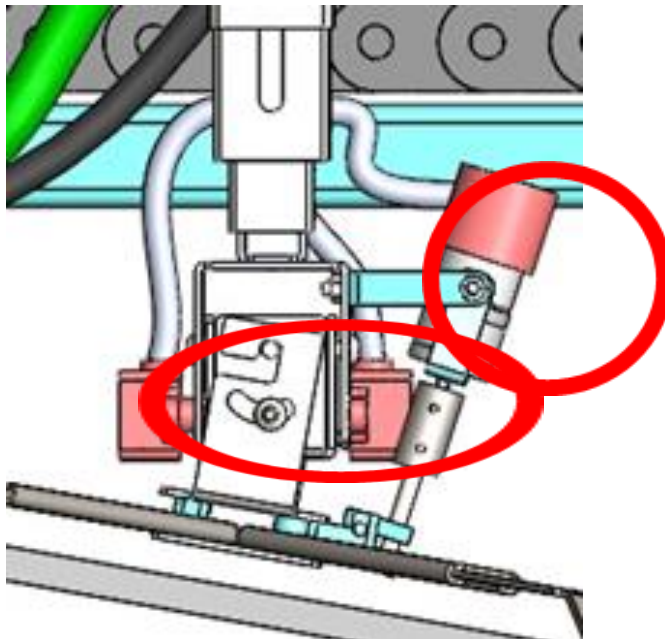


Gambar 3. 14 Peletakan perangkat keras mekanisme maju dan mundur

Satu motor penggerak lainnya diletakkan padaudukan proyektor yang berfungsi untuk gerak ayun yang arah geraknya dapat dilihat pada gambar 3.15. Pada ujung depan dan ujung belakang dudukan proyektor akan diletakkan masing-masing 1 sensor batas yang akan berfungsi menonaktifkan motor penggerak ketika dudukan menekan *limit switch*. Posisi motor penggerak dan *limit switch* untuk gerak ayun naik dan turun dapat dilihat pada gambar 3.16. *Limit switch* pada perancangan berfungsi sebagai fitur keamanan pada mekanisme agar motor penggerak tidak terus bergerak ketika gerakan maju mundur dan ayun naik turun sudah mencapai batas gerak maksimum. Motor penggerak yang terus bergerak setelah mencapai batas gerak akan membuat mekanisme di dalam motor menjadi rusak dan tidak dapat berputar sehingga fitur keamanan yang dipasang pada alat akan mengeliminasi kemungkinan resiko motor penggerak rusak.



Gambar 3. 15 Arah gerak ayun



Gambar 3. 16 Peletakan perangkat keras mekanisme ayun

a. Motor Penggerak

Motor penggerak yang digunakan pada sistem kendali adalah motor DC 12V. Motor DC pertama diletakkan di salah satu ujung *leadscrew* yang dihubungkan melalui *coupling* dan *bearing*, motor DC ini berfungsi untuk gerak maju mundur dari *bracket*. Motor DC untuk gerak maju mundur memiliki kecepatan rotasi sebesar 77 RPM dan torsi sebesar 10 Kg.cm. Satu motor DC lainnya diletakkan di

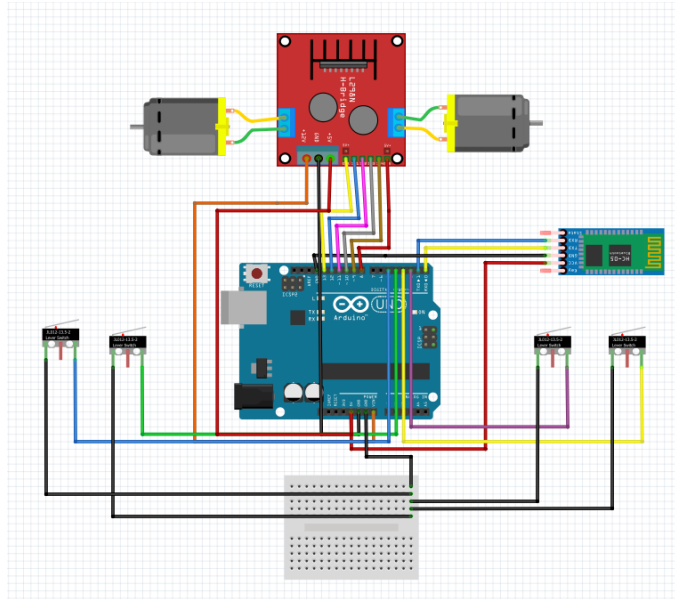
tengah-tengah dudukan proyektor yang dihubungkan ke dudukan menggunakan part custom 3D print. Motor DC ini berfungsi sebagai motor penggerak gerakan ayun. Motor DC yang digunakan untuk gerak ayun memiliki kecepatan rotasi sebesar 12 RPM dan torsi sebesar 35 Kg.cm.

b. Sensor

Sensor yang digunakan pada sistem kendali adalah *limit switch*. *Limit switch* yang posisinya sudah dijelaskan pada poin 1 berfungsi agar motor DC tidak terus bergerak setelah batas gerak maksimum telah dicapai dan menghindari komponen motor DC rusak.

2. Perancangan perangkat keras pusat sistem kendali

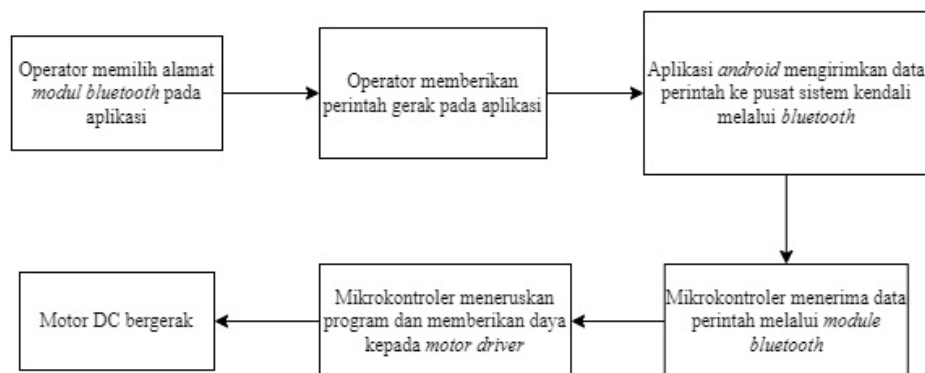
Langkah selanjutnya adalah merancang perangkat keras sistem kendali sebagai media untuk mengendalikan *bracket* proyektor. Motor DC sendiri memiliki tegangan 12 V 2 A untuk menggerakkannya secara optimal. Pada rangkaian ini menggunakan 2 motor DC sebagai motor penggerak. Setelah berbagai pertimbangan, *driver motor* yang dipilih adalah *driver motor* L298N karena *driver motor* tersebut mempunyai 2 *channel* dan bisa menahan beban kerja sampai 47 V dan 2 A di masing-masing *channel*. Perangkat yang digunakan sebagai mikrokontroler dari rangkaian adalah Arduino Uno yang dihubungkan dengan *module Bluetooth* sebagai media pengiriman data *Android* ke Arduino. Rangkaian Arduino dan *Bluetooth* ini memungkinkan mekanisme dapat dikendalikan dalam jarak maksimal 10 meter. Skema perancangan perangkat keras yang akan dikendalikan dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Skema perancangan pusat sistem kendali

3.6.2 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Perancangan perangkat lunak sistem kendali *Bracket* Proyektor terbagi menjadi 2 proses, yaitu perancangan aplikasi remot kontrol pada *android* dan perancangan kode program perintah pada mikrokontroler. Perangkat lunak dirancang untuk saling menghubungkan antara aplikasi *android* dan pusat sistem kendali. Aplikasi *android* akan mengirimkan perintah kepada pusat sistem kendali dan pusat sistem kendali akan menerima data dari aplikasi lalu akan meneruskan program dan memberikan daya kepada *motor driver*. Alur dari keterhubungan perangkat lunak dan pusat sistem kendali dapat dilihat pada gambar 3.18.

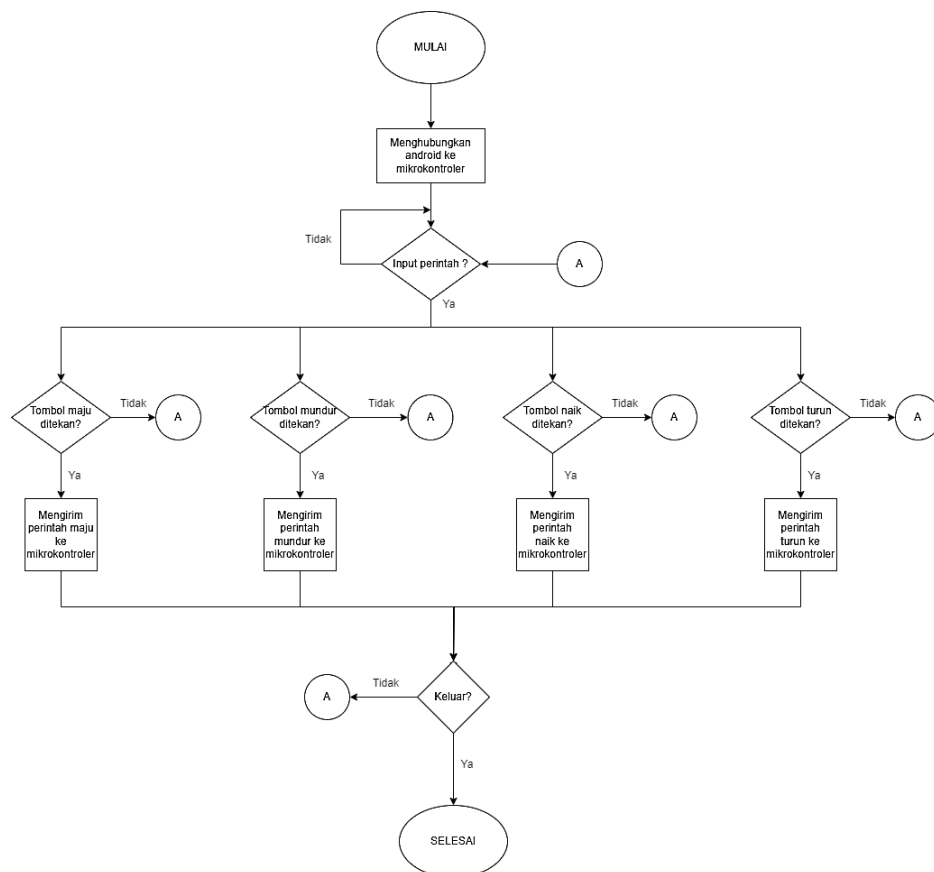


Gambar 3. 18 Alur keterhubungan perangkat lunak dengan pusat sistem kendali

Berikut adalah proses perancangan perangkat lunak sistem kendali *bracket* proyektor:

1. Perancangan aplikasi remot kontrol pada *android*

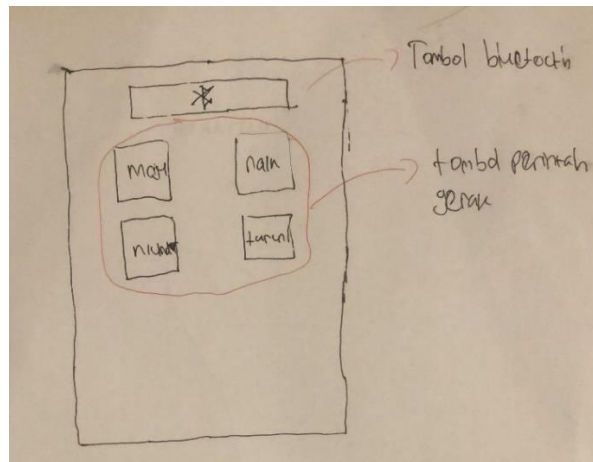
Pada aplikasi remot kontrol pada *android* yang akan dirancang mengandung tombol-tombol dan kolom informasi yang dibutuhkan seperti tombol perintah dan kolom informasi status hubungan *bluetooth*. Untuk mewujudkannya, digunakan *MIT app inventor* sebagai media untuk membuat aplikasi remot kontrol tersebut. Skema rancangan alur kerja aplikasi remot kontrol pada *android* dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Alur Kerja Aplikasi *Android*

Aplikasi *android* yang akan dirancang memiliki beberapa tombol. Tombol pertama adalah tombol untuk menghubungkan *Bluetooth* pada *smartphone android* ke *module Bluetooth* pada pusat sistem kendali. Selain tombol untuk

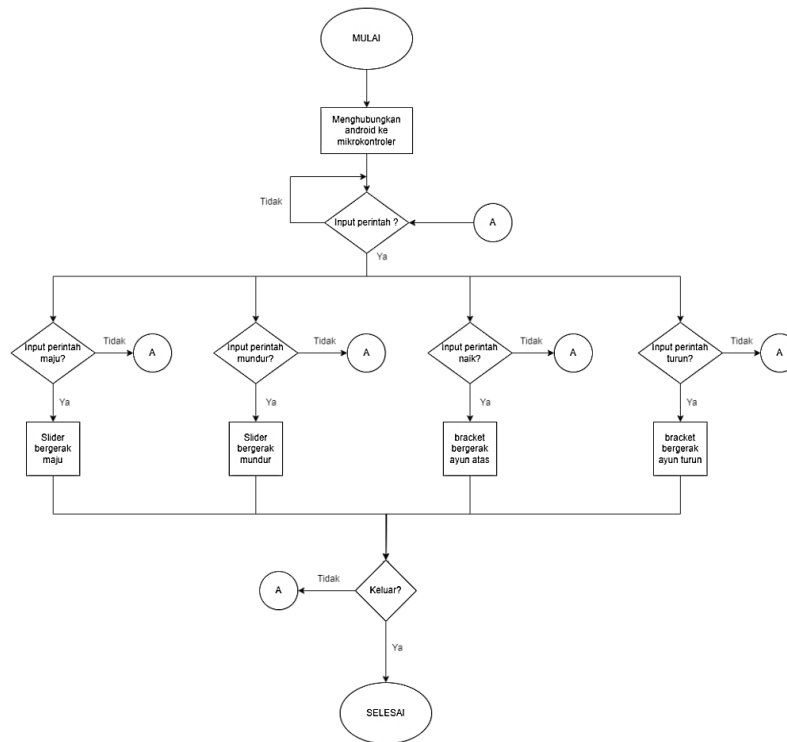
menghubungkan *Bluetooth*, aplikasi *Android* membutuhkan 4 tombol lain yang berfungsi sebagai tombol perintah gerak. Tombol perintah gerak berfungsi untuk memberikan perintah gerak kepada alat. Perintah gerak yang diberikan berupa perintah maju, perintah mundur, perintah naik, dan perintah turun. Sketsa tampilan aplikasi dapat dilihat pada gambar 3.20.



Gambar 3. 20 Sketsa *Layout* Aplikasi

2. Perancangan kode program perintah pada mikrokontroler

Setelah perancangan aplikasi remot kontrol selesai, selanjutnya adalah membuat kode program untuk mengirimkan perintah gerak dari *android* ke mikrokontroler. Kode program dirancang menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C. Bahasa pemrograman ini relatif mudah untuk digunakan dan dapat diaplikasikan pada mikrokontroler Arduino uno. Alur program mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3. 21 Alur Program Mikrokontroler

3.7 METODE PENGUJIAN

3.7.1 PENGUJIAN KONEKTIVITAS *MODULE BLUETOOTH* DAN *SMARTPHONE ANDROID*

Pengujian pertama yang dilakukan setelah selesai perancangan adalah pengujian konektivitas *module bluetooth HC-05* dan *Smartphone Android*. Pengujian dilakukan menggunakan 2 *device smartphone Android* dengan *bluetooth* versi 4.1 dan 4.2. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan *modul bluetooth* dengan *android* melalui aplikasi *android* yang telah dirancang. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada masing-masing *device smartphone android*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kestabilan dari konektivitas *bluetooth* dari masing-masing *smartphone* dengan versi *bluetooth* yang berbeda dan *module bluetooth* dari sistem kendali.

3.7.2 PENGUJIAN DURASI GERAK *BRACKET* MAJU MUNDUR DAN GERAK AYUN NAIK TURUN

Pengujian selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian durasi gerak *bracket* maju dan mundur dan gerak *bracket* ayun naik dan turun. Pengujian

dilakukan dengan cara menggerakkan maju *bracket* dari ujung bagian belakang *bracket* sampai *bracket* menyentuh *limit switch* bagian depan. Sebaliknya, pengujian durasi gerak mundur dilakukan dengan memberikan perintah mundur pada alat dimulai dari ujung bagian depan *bracket* sampai *bracket* menekan *limit switch* bagian belakang. Lalu untuk pengujian gerak ayun *bracket*, gerak ayun naik diuji dari peletakan *bracket* di batas gerak turun *bracket* dan diberikan perintah naik sampai menyentuh *limit switch* bagian depan *bracket*. Sebaliknya untuk gerak ayun turun, *bracket* diletakkan di batas gerak ayun naik *bracket* dan diberikan perintah turun sampai *bracket* menyentuh *limit switch* bagian belakang *bracket*. Pengujian dilakukan untuk memastikan motor DC dapat menggerakkan *slider* bergerak maju dan mundur dan *bracket* bergerak ayun naik dan turun.

Parameter yang dihitung pada pengujian yaitu durasi total yang dibutuhkan oleh mekanisme bergerak dari satu ujung titik ke titik ujung lainnya. Data hasil durasi yang diperoleh tersebut bisa didapat hasil kecepatan rata-rata dari masing-masing mekanisme gerak. Selain rata-rata durasi, dari data hasil durasi diperoleh nilai standar deviasi masing-masing gerak.

3.7.3 PENGUJIAN STABILITAS *INPUT-OUTPUT* SISTEM KENDALI

Pengujian kestabilan *input-output* dari sistem kendali bertujuan untuk mengetahui keseragaman hasil jarak *output* gerak dari *input* perintah yang diberikan. Sistematisa pengujian dilakukan dengan cara penguji memberikan *input* perintah gerak selama ± 2 detik. Setelah diberikan *input* perintah gerak, dilakukan perhitungan selisih jarak posisi akhir setelah gerak dan posisi awal sebelum bergerak. Data yang dihimpun pada pengujian adalah selisih jarak posisi akhir dan posisi awal.

Setelah dilakukan pengujian, dilakukan analisis berdasarkan data hasil pengujian untuk mendapatkan kesimpulan kestabilan *input-output* sistem kendali.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PERANCANGAN

Perancangan yang telah dilakukan menghasilkan aplikasi *android* sebagai remot kendali yang akan mengirimkan perintah ke Arduino untuk menggerakkan mekanisme. Selain aplikasi, perancangan ini juga menghasilkan rangkaian sistem kendali yang terdiri dari Arduino uno R3, *module bluetooth* HC-05, dan satu *motor driver* L298N.

1. Aplikasi *Android*



Gambar 4. 1 Tampilan Aplikasi Android

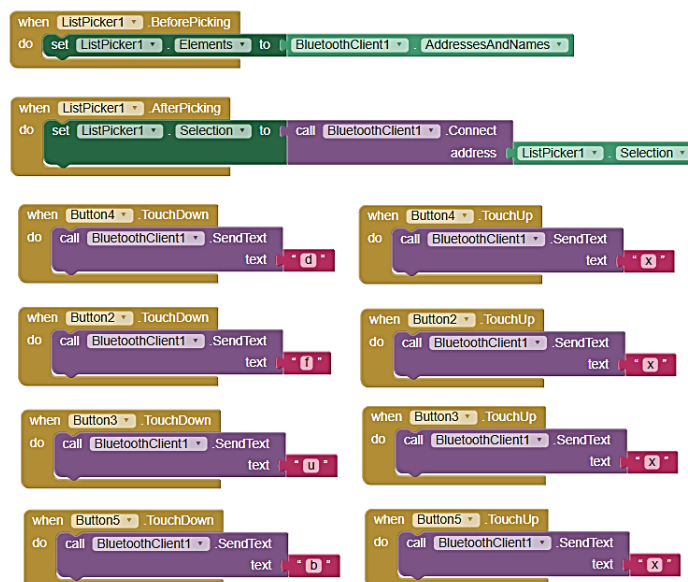
Aplikasi *android* dibuat menggunakan *MIT app inventor*. Tampilan dari aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.1. Aplikasi tersebut memiliki total 5 tombol

yang terdiri dari 1 tombol untuk menghubungkan aplikasi ke mikrokontroler *Arduino* dan 4 tombol untuk mengirimkan perintah gerak mekanisme. Fungsi detail setiap tombol pada aplikasi dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Fungsi Tombol Pada Aplikasi

NOMOR	TOMBOL	FUNGSI
1	Klik untuk memilih <i>Bluetooth</i>	Tombol untuk menyambungkan ke <i>bluetooth</i> sistem kendali
2	Maju	Gerak maju <i>slider</i>
3	Mundur	Gerak mundur <i>slider</i>
4	Naik	Gerak ayun naik <i>bracket</i>
5	Turun	Gerak ayun turun <i>bracket</i>

Selain tampilan aplikasi, pada *MIT app inventor* juga dirancang alur kerja aplikasinya. *MIT app inventor* menggunakan pemrograman berbasis diagram blok visual untuk perancangan alur kerjanya. Alur kerja aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Alur Kerja Aplikasi Android

Alur pertama kerja aplikasi *android* adalah memilih alamat *client bluetooth* pada *listpicker*. Setelah *bluetooth* terhubung dan pengguna menekan tombol

perintah, aplikasi akan mengirimkan perintah berupa karakter huruf ke modul *bluetooth* yang nantinya akan diteruskan ke *Arduino*. Saat pengguna mengangkat jari dari tombol perintah, maka aplikasi akan mengirimkan perintah berhenti ke modul *Bluetooth*. Aplikasi untuk mengendalikan *bracket* proyektor dapat diunduh pada link <https://bit.ly/AplikasiRemoteBracket>.

2. Perangkat Keras Sistem Kendali



Gambar 4. 3 Alat *Bracket* Proyektor dengan 2 Derajat Kebebasan

Pada alat *Bracket* Proyektor memiliki 2 bagian mekanisme yang akan dikendalikan. Bagian yang akan dikendalikan adalah mekanisme untuk gerak maju mundur dan mekanisme untuk gerak ayun atas dan bawah. Mekanisme gerak maju mundur berfungsi untuk memindahkan lokasi dari proyektor yang akan menentukan seberapa jauh jarak antara proyektor dan target proyeksinya. Semakin jauh jaraknya, maka proyeksi yang dihasilkan akan semakin besar dan semakin dekat jaraknya, maka proyeksi yang dihasilkan akan semakin kecil. Mekanisme gerak ayun naik turun berfungsi untuk menentukan sudut tembak proyektor terhadap target proyeksi. Jika sudut proyektor bergerak ke atas, maka ketinggian hasil proyeksi akan naik. Jika sudut proyektor bergerak ke bawah, maka ketinggian hasil proyeksi akan turun.

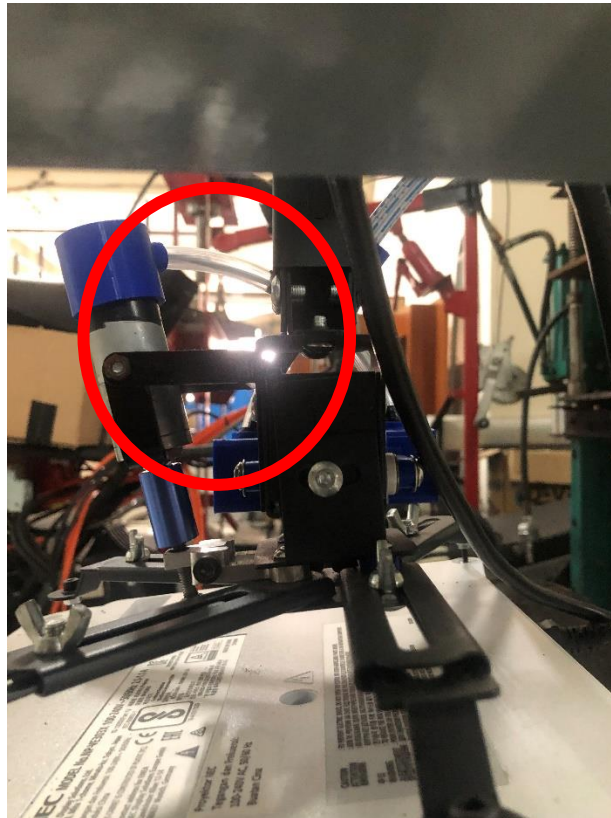
a. Mekanisme Gerak Maju Mundur



Gambar 4. 4 Mekanisme Gerak Maju Mundur

Pada gambar 4.4, mekanisme yang akan dikendalikan adalah *leadscrew* yang terdapat 1 *nut block leadscrew* dan 1 motor DC di sisi depan alat. Motor DC akan berputar searah jarum jam ataupun sebaliknya, yang akan memutar *leadscrew* dan menggerakkan *nut block leadscrew* baik maju ataupun mundur. Motor DC yang digunakan pada mekanisme gerak maju mundur memiliki putaran 75 RPM

b. Mekanisme Gerak Ayun

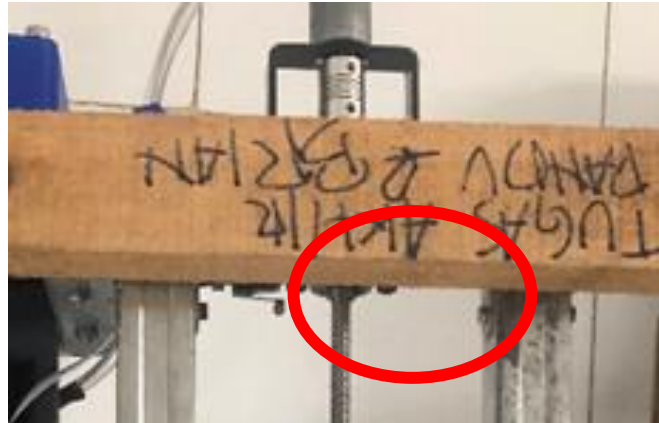


Gambar 4. 5 Mekanisme Gerak Ayun

Pada gambar 4.5, mekanisme akan dikendalikan oleh baut yang disambungkan dengan *shaft* yang terhubung dengan 1 motor DC. Motor DC akan berputar searah jarum jam ataupun sebaliknya, yang akan memutar baut dan mengayunkan *bracket* proyektor. Motor DC yang digunakan pada mekanisme gerak ayun memiliki putaran 12 RPM.

c. *Limit switch*

Sebagai fitur keamanan alat, *limit switch* digunakan sebagai sensor untuk menghentikan gerak dari mekanisme gerak maju mundur maupun gerak ayun. *Limit switch* berfungsi untuk menekan tenaga motor DC secara drastis agar *gearbox* pada motor DC tidak mengalami *overdrive* yang akan membuat *gearbox* rusak.



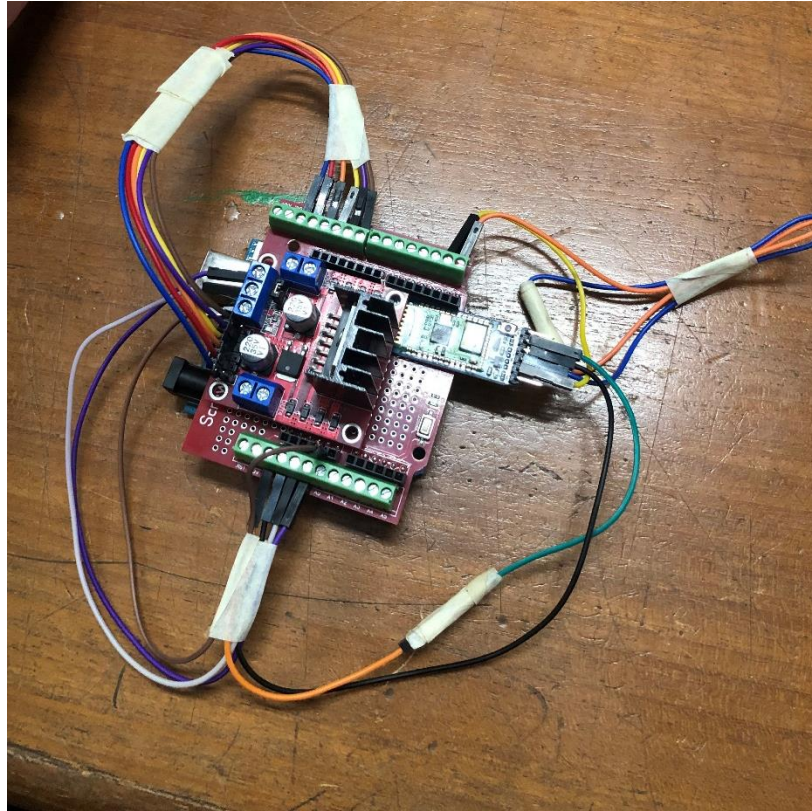
Gambar 4. 6 Peletakan *Limit Switch* Gerak Maju Mundur



Gambar 4. 7 Peletakan *Limit Switch* Gerak Ayun Naik Turun

Limit switch untuk mekanisme gerak maju mundur diletakkan di sisi depan dan belakang alat seperti yang terlihat pada gambar 4.6 dan 4.7. Ketika komponen *bracket* proyektor menekan *limit switch*, maka motor DC akan berhenti.

d. Rangkaian Sistem Kendali



Gambar 4. 8 Rangkaian Sistem Kendali

Rangkaian sistem kendali menjadi jembatan antara mekanisme dan program agar dapat mekanisme dapat bergerak sesuai perintah. Rangkaian sistem kendali terdiri dari Arduino uno R3, *module bluetooth* HC-05 dan *motor driver* L298N. *Module bluetooth* berguna menerima perintah dari aplikasi *android* dan diteruskan kepada Arduino. Selanjutnya, Arduino berguna sebagai penerima data dari *module bluetooth* dan mengelola data yang akan diteruskan kepada *motor driver*, lalu *motor driver* akan memberi daya kepada motor DC agar motor DC dapat bergerak sesuai perintah. Realisasi rancangan sistem kendali dapat diperhatikan pada gambar 4.8.

4.2 HASIL PENGUJIAN

Setelah rancangan sistem kendali direalisasikan menjadi prototipe, selanjutnya dilakukan pengujian menggerakkan *bracket* maju mundur dan *bracket*

mengayun naik dan turun menggunakan aplikasi *android* sebagai sistem pengendalinya. Pengujian dilakukan 3 tahap, pertama adalah pengujian penghubungan aplikasi *android* ke Arduino melalui *bluetooth*. pengujian kedua adalah pengujian durasi gerak maju dan mundur. Lalu pengujian terakhir yang dilakukan adalah pengujian durasi gerak ayun naik dan turun.

Pengujian dilakukan di laboratorium sistem manufaktur Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Pengujian dilakukan dengan menempatkan alat pada *bracket* kayu sebagai perandaian langit-langit dari ruangan, *bracket* kayu diletakkan diatas meja. Proyektor ditembakkan ke papan putih dengan ukuran yang sama dengan ukuran layar pada laboratorium CAD Selatan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Jarak antara alat *bracket* proyektor dengan layar adalah 366 cm. *Zero point* alat *bracket* proyektor diukur dari peletakan *limit switch* gerak maju. *Set-Up* pengujian alat dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4. 9 *Set-Up* Pengujian Alat

4.2.1 PENGUJIAN PENGHUBUNGAN APLIKASI *ANDROID* DAN ARDUINO

Pengujian dilakukan untuk mengambil data tingkat keberhasilan tersambungannya aplikasi *android* ke Arduino melalui *module bluetooth*. Pengujian

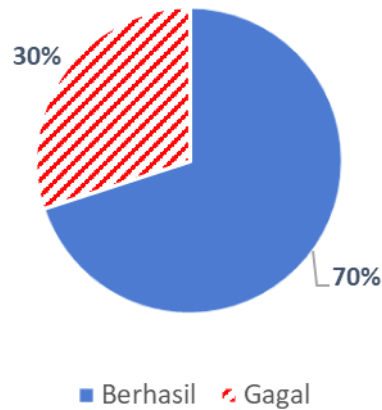
yang dilakukan memiliki 2 parameter dalam pelaksanaannya. Adapaun parameternya yaitu Berhasil dan Tidak Berhasil. Pengujian dinilai berhasil jika aplikasi berhasil terhubung dengan *module bluetooth* setelah menekan pilihan yang sesuai pada *list picker* aplikasi *Android*. Sebaliknya, pengujian dinilai tidak berhasil jika aplikasi gagal terhubung dengan *module Bluetooth*. Pengujian dilakukan menggunakan 2 *device smartphone*, yaitu menggunakan *device smartphone* dengan *bluetooth* 4.1 dan *smartphone* dengan *bluetooth* 4.2. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pada masing-masing *smartphone*. Berikut adalah data hasil pengujian:

- a. Data pengujian penghubungan *bluetooth* aplikasi *android* dan *module bluetooth* dengan *smartphone bluetooth* 4.1

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Konektivitas *Bluetooth* 4.1

Pengujian ke-	Smartphone <i>Bluetooth</i> 4.1	
	Berhasil	Gagal
1	✓	
2		✓
3		✓
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7		✓
8	✓	
9	✓	
10	✓	

Dari Tabel 4.2, terdapat 10 data pengujian dengan *smartphone bluetooth* 4.1. Didapat hasil 7 kali berhasil dan 3 kali gagal. Data tersebut diubah dalam persentase berbentuk diagram lingkaran yang dapat dilihat pada gambar 4.10.



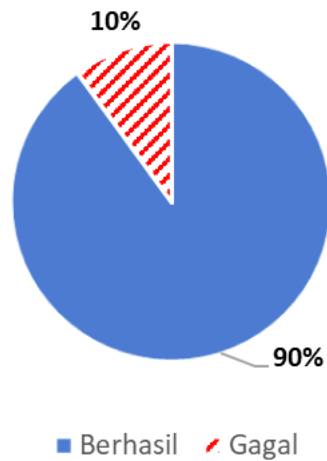
Gambar 4. 10 Diagram lingkaran *Bluetooth 4.1*

- b. Data pengujian penghubungan *bluetooth* aplikasi *android* dan *module* *bluetooth* dengan *smartphone bluetooth 4.2*

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Konektivitas *Bluetooth 4.2*

Pengujian ke-	Smartphone <i>Bluetooth 4.2</i>	
	Berhasil	Gagal
1	✓	
2	✓	
3	✓	
4	✓	
5	✓	
6	✓	
7	✓	
8		✓
9	✓	
10	✓	

Dari Tabel 4.3, terdapat 10 data pengujian dengan *smartphone bluetooth 4.2*. Didapat hasil 9 kali berhasil dan 1 kali gagal. Data tersebut diubah ke persentase berbentuk diagram lingkaran yang dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Diagram lingkaran *Bluetooth 4.2*

4.2.2 PENGUJIAN DURASI GERAK *BRACKET* MAJU DAN MUNDUR

Pengujian dilakukan untuk mengambil data durasi waktu gerak *bracket* dari ujung belakang ke ujung depan (maju) dan gerak *bracket* dari ujung depan ke ujung belakang (mundur). Pengujian gerak maju dilakukan dengan posisi awal *bracket* menekan *limit switch* belakang, lalu diberikan perintah maju sampai *bracket* menekan *limit switch* bagian depan. Sebaliknya, pengujian gerak mundur dilakukan dengan posisi awal *bracket* menekan *limit switch* depan, lalu diberikan perintah mundur sampai *bracket* menekan *limit switch* bagian belakang. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali setiap gerakan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Gerak *Bracket* Maju dan Mundur

PENGUJIAN KE-	MAJU (SEKON)	MUNDUR (SEKON)
1	90	95
2	94	93
3	89	85
4	87	88
5	92	90
6	94	89
7	93	93
8	85	90
9	84	91

PENGUJIAN KE-	MAJU (SEKON)	MUNDUR (SEKON)
10	89	87
Rata-Rata	89,7	90,1
Standar Deviasi	3,4	2,8

Dari tabel 4.4, dapat dilihat *bracket* membutuhkan rata-rata waktu selama 89,7 sekon untuk gerak maju, dan rata-rata waktu 90,1 sekon untuk gerak mundur. Pada data gerak maju, waktu tertinggi tercatat 94 detik dan untuk waktu terendah tercatat 84 sekon. Pada data gerak mundur, waktu tertinggi tercatat 95 detik dan waktu terendah tercatat 85 sekon.

4.2.3 PENGUJIAN DURASI GERAK AYUN *BRACKET* NAIK DAN TURUN

Pengujian dilakukan untuk mengambil data durasi waktu gerak *bracket* dari sudut terbesar ke sudut terkecil proyektor terhadap *bracket* dan sebaliknya. Pengujian gerak ayun naik dilakukan dengan posisi sudut terbesar proyektor terhadap *bracket* diberikan perintah naik sampai menekan *limit switch* naik. Sebaliknya, pengujian gerak ayun turun dilakukan dengan posisi sudut terkecil proyektor terhadap *bracket* diberikan perintah naik sampai menekan *limit switch* turun. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali setiap gerakan. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Gerak Ayun *Bracket* Naik dan Turun

PENGUJIAN KE-	NAIK (SEKON)	TURUN (SEKON)
1	78	83
2	85	78
3	79	81
4	80	79
5	82	78
6	79	84
7	83	82

PENGUJIAN KE-	NAIK (SEKON)	TURUN (SEKON)
8	77	79
9	80	78
10	85	79
Rata-Rata	80,8	80,1
Standar Deviasi	2,6	2,1

Dari tabel 4.5, dapat dilihat *bracket* membutuhkan rata-rata waktu selama 80,8 sekon untuk gerak ayun naik, dan rata-rata waktu 80,1 sekon untuk gerak ayun turun. Pada data gerak ayun naik, waktu tertinggi tercatat 85 detik dan untuk waktu terendah tercatat 77 sekon. Pada data gerak ayun, waktu tertinggi tercatat 84 detik dan waktu terendah tercatat 78 sekon.

4.2.4 PENGUJIAN STABILITAS *INPUT-OUTPUT* SISTEM KENDALI

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data *output* selisih jarak posisi akhir dan posisi awal setelah diberikan *input* perintah gerak. Pengujian dilakukan untuk gerak maju dan mundur *bracket*. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Data Pengujian Stabilitas *input-output*

PENGUJIAN KE-	SELISIH JARAK POSISI AWAL DAN AKHIR (CM)
1	2,56
2	2,34
3	2,60
4	2,48
5	2,56
6	2,54
7	2,46
8	2,54

PENGUJIAN KE-	SELISIH JARAK POSISI AWAL DAN AKHIR (CM)
9	2,56
10	2,48
Rata-Rata	2,51
Standar Deviasi	0,071

Dari tabel 4.6, dapat dilihat hasil dari pengujian. Hasil pengujian menunjukkan hasil tertinggi pengujian ke-3 dengan selisih 2,60 cm pada posisi awal dan posisi akhir. Hasil terendah pada pengujian ke-2 dengan selisih 2,34 cm. Hasil data memiliki rata-rata 2,51 cm dan memiliki standar deviasi atau penyimpangan dari rata-rata sebesar 0,071.

4.3 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.3.1 PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN DURASI GERAK SLIDER

Pada pengujian pertama pada pengujian durasi gerak maju, durasi dari gerak maju dihitung ketika *bracket* pada posisi menyentuh *limit switch* bagian belakang mulai bergerak sat diberikan perintah maju pada aplikasi *android* oleh operator dan waktu dihentikan ketika *bracket* proyektor menekan *limit switch* bagian depan dan *bracket* berhenti bergerak. Dari hasil pengujian yang bisa dilihat pada tabel 4.4, durasi dari 10 kali pengujian gerak maju mengalami hasil yang berbeda-beda. Dari 10 data yang didapat. Pengujian ke-4 dan ke-6 memiliki durasi yang paling lama, yaitu di 94 sekon. Durasi tersingkat gerak maju didapat pada data ke-9 dengan durasi 84 sekon. Selisih dari durasi terlama dan tersingkat adalah 10 sekon. Hasil data durasi gerak maju memiliki standar deviasi sebesar 3,4 yang berart penyimpangan dari rata-rata gerak durasi (89,7 sekon) masih tergolong baik secara data karena jauh dibawah nilai rata-rata.

Pada data durasi gerak mundur, dari 10 kali pengujian yang bisa dilihat pada tabel 4.4, durasi gerak mundur juga memiliki durasi yang berbeda-beda. Durasi terlama gerak mundur adalah 95 sekon pada pengujian ke-1, sedangkan durasi tersingkat adalah 85 sekon pada pengujian ke-3. Sama seperti durasi gerak maju,

durasi gerak mundur memiliki selisih 10 sekon antara durasi terlama dan durasi tersingkat. Standar deviasi gerak mundur adalah 2,8. Standar deviasi durasi gerak mundur menunjukkan penyimpangan durasi gerak mundur lebih baik dibandingkan dengan data standar deviasi gerak maju.

Selain gerak *bracket* maju dan mundur, durasi gerak lain yang diuji adalah durasi gerak ayun dan naik. Pada hasil data pengujian gerak ayun naik yang bisa dilihat pada tabel 4.5, durasi terlama terjadi pada pengujian ke-2 dan ke-10 dengan durasi 85 sekon dan durasi tersingkat adalah 77 sekon pada data ke-8. Selisih dari durasi terlama dan tersingkat pada gerak ayun naik adalah sebesar 8 sekon. Pada data durasi gerak ayun turun, durasi terlama terletak pada data ke-6 dengan 84 detik. Durasi tersingkat dari pengujian ayun turun adalah 78 detik, pada data ke-2, data ke-5, dan data ke-9. Data durasi gerak ayun naik dan turun memiliki standar deviasi atau penyimpangan rata-rata yang lebih baik dibandingkan standar deviasi data durasi gerak maju dan mundur. Gerak ayun naik memiliki standar deviasi sebesar 2,6 dan standar deviasi dari durasi gerak ayun turun sebesar 2,1.

Analisis data pengujian durasi gerak memiliki hasil yang berbeda-beda yang menunjukkan bahwa hasil durasi tidak stabil. Meskipun begitu, hasil dari pengujian stabilitas *input-output* sistem kendali memiliki hasil yang stabil. Pengujian stabilitas *input-output* menunjukkan bahwa hasil durasi yang berbeda-beda bukan disebabkan karena *delay* pada sistem kendali. Pengujian stabilitas mendapatkan penyimpangan rata-rata sebesar 0,071 yang dimana data tersebut menunjukkan bahwa hasil dari pengujian stabilitas cenderung stabil.

4.3.2 IDENTIFIKASI PERMASALAHAN DAN ALTERNATIF PENYELESAIAN

Berdasarkan data hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, timbul permasalahan yaitu durasi dari masing-masing pengujian gerak memiliki hasil yang berbeda-beda. Berikut beberapa penyebab permasalahan inkonsistensi hasil pengujian durasi gerak alat setelah dilakukan analisa lebih lanjut:

1. Batang ulir *leadscrew* yang tidak lurus atau melengkung

Alat *bracket* proyektor yang dirancang bergerak melalui jalur dengan mekanisme *leadscrew*. Setelah dilakukan pengamatan, didapat hasil bahwa batang

ulir *leadscrew* yang digunakan melengkung seperti yang bisa dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Kondisi batang ulir *leadscrew*

Pelengkungan *leadscrew* diakibatkan oleh kesalahan pada pengiriman. Komponen dikirim melalui jasa ekspedisi dan dikarenakan *packaging* yang tidak kokoh, bentuk dari *leadscrew* melengkung. *Leadscrew* yang melengkung membuat gerak rotasi motor DC lebih berat dan tidak stabil. Hal ini dikarenakan *leadscrew* terhubung dengan *nut block leadscrew* dan ketika *nut block leadscrew* melewati bagian *leadscrew* yang bengkok, *nut block leadscrew* akan memiliki gesekan yang lebih besar. Hal ini akan membuat kecepatan rotasi dari motor DC berubah dan menghasilkan data durasi gerak maju dan mundur yang berbeda-beda di setiap pengujiannya.

2. Letak *limit switch* gerak ayun naik dan turun yang berubah

Selain data dari durasi gerak maju dan mundur yang berbeda-beda, durasi dari gerak ayun naik dan turun juga mengalami perbedaan di setiap pengujiannya. Setelah dilakukan pengamatan lebih lanjut, ditemukan bahwa letak *limit switch* untuk gerak ayun naik dan turun mengalami pergeseran. Pergeseran terjadi karena *limit switch* tidak memiliki dudukan yang *fixed* dan kokoh. Hal ini menyebabkan pergeseran *limit switch* ketika di beberapa pengujian sehingga durasi dari gerak ayun naik dan turun mengalami perubahan.

Setelah ditemukan permasalahan pada alat dan sumber masalahnya, ada beberapa alternatif untuk penyelesaian masalah.

1. Alternatif penyelesaian sumber masalah pertama

Sumber masalah pertama adalah batang ulir *leadscrew* yang melengkung. Alternatif pertama yang bisa dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah mengganti *leadscrew* yang melengkung dengan *leadscrew* yang lurus. Penyelesaian ini akan membuat motor DC berputar dengan kecepatan yang sama dari awal sampai akhir gerakan dikarenakan kerja dari motor DC yang lebih stabil.

Alternatif penyelesaian yang kedua adalah mengganti motor DC yang digunakan dengan torsi yang lebih besar. Motor DC yang digunakan pada perancangan untuk gerak maju dan mundur memiliki kecepatan sebesar 77 RPM dan torsi sebesar 10 Kg.cm. Penggantian motor DC yang digunakan pada perancangan ke motor DC dengan torsi yang lebih besar diharapkan akan menyelesaikan permasalahan. Motor DC yang memiliki torsi yang lebih besar memiliki kekuatan yang lebih besar. Motor DC dengan torsi lebih besar diharapkan dapat melewati *leadscrew* yang melengkung tanpa hambatan dan berputar lebih stabil. Meskipun hasil durasi yang didapat akan lebih stabil, menggunakan motor DC dengan torsi lebih besar akan membuat durasi dari gerak lebih lama dikarenakan motor DC dengan torsi yang lebih besar memiliki kecepatan putaran yang lebih kecil dengan daya yang sama.

Alternatif penyelesaian selanjutnya adalah dengan membuat mekanisme hubungan antara *leadscrew* dan *nut block leadscrew* lebih fleksibel. Hubungan antara *leadscrew* dan *nut block leadscrew* yang lebih fleksibel akan membuat *nut block* bergerak mengikuti lengkungan dari *leadscrew*. Hal ini akan mengurangi gesekan antara kedua komponen dan *nut block leadscrew* bisa bergerak dengan nilai gesekan yang sama.

2. Alternatif penyelesaian sumber masalah kedua

Sumber masalah kedua pada perancangan adalah letak *limit switch* yang berubah. Letak dari *limit switch* gerak ayun naik dan turun mengalami perubahan karena posisi untuk meletakkan *limit switch* sangat kecil sehingga peletakan *limit switch* pada perancangan tidak sempurna dan kokoh. Alternatif penyelesaian

masalah kedua adalah dengan memanjangkan batang *bracket* proyektor sehingga ruang untuk meletakkan *limit switch* menjadi lebih fleksibel. Lokasi peletakan yang lebih fleksibel dan longgar akan memudahkan perancanganudukan yang lebih kokoh dan kuat untuk *limit switch*.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Rangkaian sistem kendali untuk *bracket* proyektor dengan 2 derajat kebebasan berbasis *android* berhasil dilakukan. Rangkaian menggunakan Arduino Uno R3 sebagai mikrokontroler, *motor driver* L298N sebagai *motor driver*, *module bluetooth HC-05* sebagai konektivitas antara *smartphone android* dan mikrokontroler, dan menggunakan *limit switch* sebagai fitur keamanan
2. Telah dirancang aplikasi *android* sebagai remot kendali untuk *bracket* proyektor. Aplikasi *android* dirancang menggunakan *MIT App Inventor*. Aplikasi yang dirancang memiliki beberapa tombol untuk menunjang fungsi dari aplikasi, yaitu tombol untuk menghubungkan *smartphone* dan *module bluetooth* dan 4 tombol perintah, yaitu perintah gerak maju, gerak mundur, gerak ayun naik, dan gerak ayun turun.
3. Program yang dibuat dan di-*input* ke dalam mikrokontroler bekerja dengan baik. Perintah yang dikirimkan dari aplikasi menghasilkan gerakan *bracket* yang sesuai dengan perintah.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, masih memiliki banyak kekurangan dan memungkinkan untuk penelitian lebih dikembangkan kedepannya. Berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Melakukan penggantian *leadscrew* yang melengkung dengan *leadcrew* yang lurus
2. Mempertimbangkan menggunakan konektivitas *Wi-Fi* untuk menghubungkan *smartphone* dan mikrokontroler.
3. Menambahkan tampilan status pada aplikasi bahwa *bracket* telah menekan *limit switch*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, G. N., & Winardi, S. (2022). Sistem Kontrol Dan Monitoring Smart House Berbasis Iot Dengan Smartphone Android. *Jurnal Saintekom*, 12(2), 126-136.
- Bisdikian, C. (2001). An overview of the Bluetooth wireless technology. *IEEE Communications magazine*, 39(12), 86-94.
- Gargenta, M. (2011). *Learning android*. " O'Reilly Media, Inc."
- Handoko, P. (2017). Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3. *Prosiding Semnastek*.
- Hardjono, B., Widjaja, A. E., Kom, S., M Gracio AR, M. T., Tjahyadi, H., Haryani, C. A., ... & Renatan, W. (2020). *Komunikasi Nirkabel: dengan Aplikasinya di Bidang Telekomunikasi dan Informatika*. Penerbit Andi.
- Insani, A. (2011). Pengaruh performansi akibat interferensi pada sistem bluetooth dan wlan 802.11 b. *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, 9(4), 383-396.
- Kuswandi, D., Bustomi, T., & Adytia, P. (2021). Perancangan Dan Implementasi Movement Slider Kamera Guna Menunjang Teknik Sinematografi Dan Fotografi Menggunakan Arduino Nano. *Jurnal Informatika Wicida*, 10(2), 44-49.
- Mouhammad, C. S., Allam, A., Abdel-Raouf, M., Shenouda, E., & Elsabrouty, M. (2019, December). BLE indoor localization based on improved RSSI and trilateration. In *2019 7th International Japan-Africa Conference on Electronics, Communications, and Computations,(JAC-ECC)* (pp. 17-21). IEEE.
- Nurhadiyan, M. T., & Saputro, A. E. (2019). Sistem Kendali Saklar Lampu Jarak Jauh Menggunakan Sms Berbasis Mikrokontroler atmega328/Arduino Uno. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 6(2).
- Nurhayati, N. (2021). Penggunaan Media Liquid Crystal Display (LCD) Untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Sosial dan Teknologi*, 1(11), 1-489.
- Pratama, F. A., Ulum, M., & Alfita, R. (2020). Smart LCD Proyektor Balancing Berbasis Android. *Jurnal FORTECH*, 1(2), 68-73.

- Rinaldy, R. I. (2021). Perancangan Sistem Kendali Mekanisme Pembuka Pintu Pada Robot Asisten Medis Berbasis Android.
- Sampurno, S. T. (2021). Perancangan Sistem Kendali Alat Bantu Rehabilitasi Kaki Dengan Dua Derajat Kebebasan.
- Susanto, T., Riskiono, S. D., Rikendry, R., & Nurkholis, A. (2020). Implementasi Kendali Lqr Untuk Pengendalian Sikap Longitudinal Pesawat Flying Wing. *Electro Luceat*, 6(2), 245-254.
- Tam, K., Feizollah, A., Anuar, N. B., Salleh, R., & Cavallaro, L. (2017). The evolution of android malware and android analysis techniques. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 49(4), 1-41.
- Unnazif, D., & Almasri, A. (2022). Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Alat Tanam Benih Jagung Berbasis Arduino Uno. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 10(3), 73-78.

LAMPIRAN 1

DATASHEET ARDUINO UNO R3



Features

- **ATMega328P Processor**
 - **Memory**
 - AVR CPU at up to 16 MHz
 - 32KB Flash
 - 2KB SRAM
 - 1KB EEPROM
 - **Security**
 - Power On Reset (POR)
 - Brown Out Detection (BOD)
 - **Peripherals**
 - 2x 8-bit Timer/Counter with a dedicated period register and compare channels
 - 1x 16-bit Timer/Counter with a dedicated period register, input capture and compare channels
 - 1x USART with fractional baud rate generator and start-of-frame detection
 - 1x controller/peripheral Serial Peripheral Interface (SPI)
 - 1x Dual mode controller/peripheral I2C
 - 1x Analog Comparator (AC) with a scalable reference input
 - Watchdog Timer with separate on-chip oscillator
 - Six PWM channels
 - Interrupt and wake-up on pin change
- **ATMega16U2 Processor**
 - 8-bit AVR® RISC-based microcontroller
 - **Memory**
 - 16 KB ISP Flash
 - 512B EEPROM
 - 512B SRAM
 - debugWIRE interface for on-chip debugging and programming
 - **Power**
 - 2.7-5.5 volts



2 Ratings

2.1 Recommended Operating Conditions

Symbol	Description	Min	Max
	Conservative thermal limits for the whole board:	-40 °C (-40°F)	85 °C (185°F)

NOTE: In extreme temperatures, EEPROM, voltage regulator, and the crystal oscillator, might not work as expected.

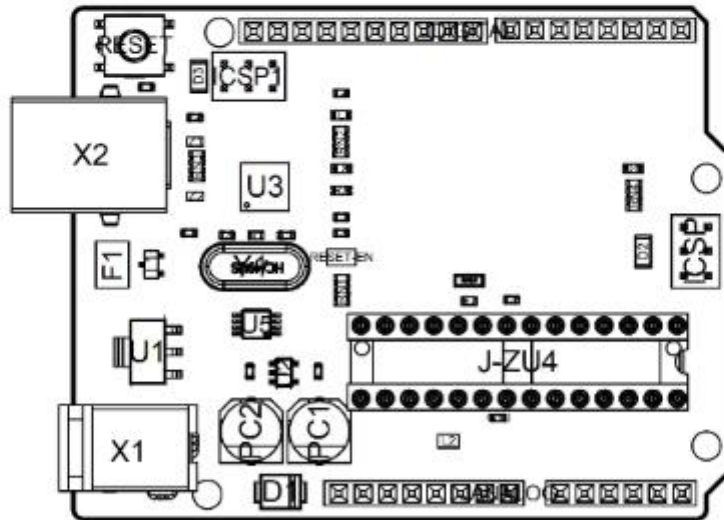
2.2 Power Consumption

Symbol	Description	Min	Typ	Max	Unit
VINMax	Maximum input voltage from VIN pad	6	-	20	V
VUSBMax	Maximum input voltage from USB connector		-	5.5	V
PMax	Maximum Power Consumption	-	-	xx	mA

3 Functional Overview

3.1 Board Topology

Top view



Board topology



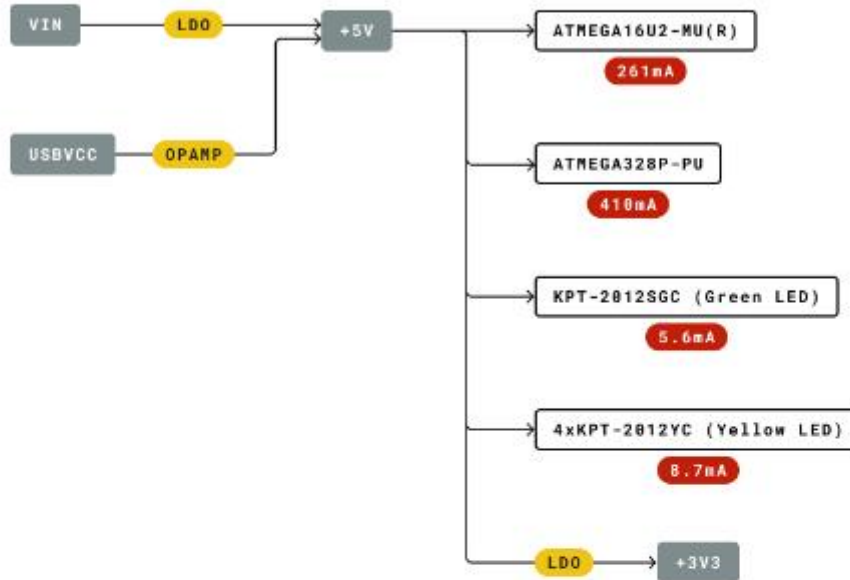
Ref.	Description	Ref.	Description
X1	Power jack 2.1x5.5mm	U1	SPX1117M3-L-5 Regulator
X2	USB B Connector	U3	ATMEGA16U2 Module
PC1	EEE-1EA470WP 25V SMD Capacitor	U5	LMV358LIST-A.9 IC
PC2	EEE-1EA470WP 25V SMD Capacitor	F1	Chip Capacitor, High Density
D1	CGRA4007-G Rectifier	ICSP	Pin header connector (through hole 6)
J-ZU4	ATMEGA328P Module	ICSP1	Pin header connector (through hole 6)
Y1	ECS-160-20-4X-DU Oscillator		

3.2 Processor

The Main Processor is a ATmega328P running at up to 20 MHz. Most of its pins are connected to the external headers, however some are reserved for internal communication with the USB Bridge coprocessor.



3.3 Power Tree



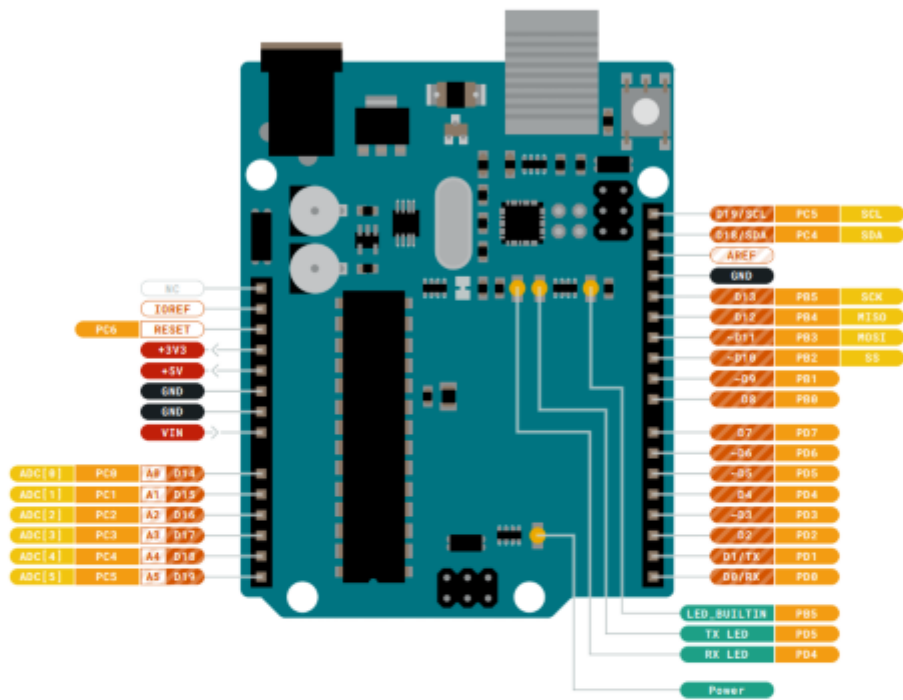
Legend:

- Component
- Power I/O
- Conversion Type
- Max Current
- Voltage Range

Power tree



5 Connector Pinouts



Pinout



5.1 ANALOG

Pin	Function	Type	Description
1	NC	NC	Not connected
2	IOREF	IOREF	Reference for digital logic V - connected to 5V
3	Reset	Reset	Reset
4	+3V3	Power	+3V3 Power Rail
5	+5V	Power	+5V Power Rail
6	GND	Power	Ground
7	GND	Power	Ground
8	VIN	Power	Voltage Input
9	A0	Analog/GPIO	Analog input 0 /GPIO
10	A1	Analog/GPIO	Analog input 1 /GPIO
11	A2	Analog/GPIO	Analog input 2 /GPIO
12	A3	Analog/GPIO	Analog input 3 /GPIO
13	A4/SDA	Analog input/I2C	Analog input 4/I2C Data line
14	A5/SCL	Analog input/I2C	Analog input 5/I2C Clock line

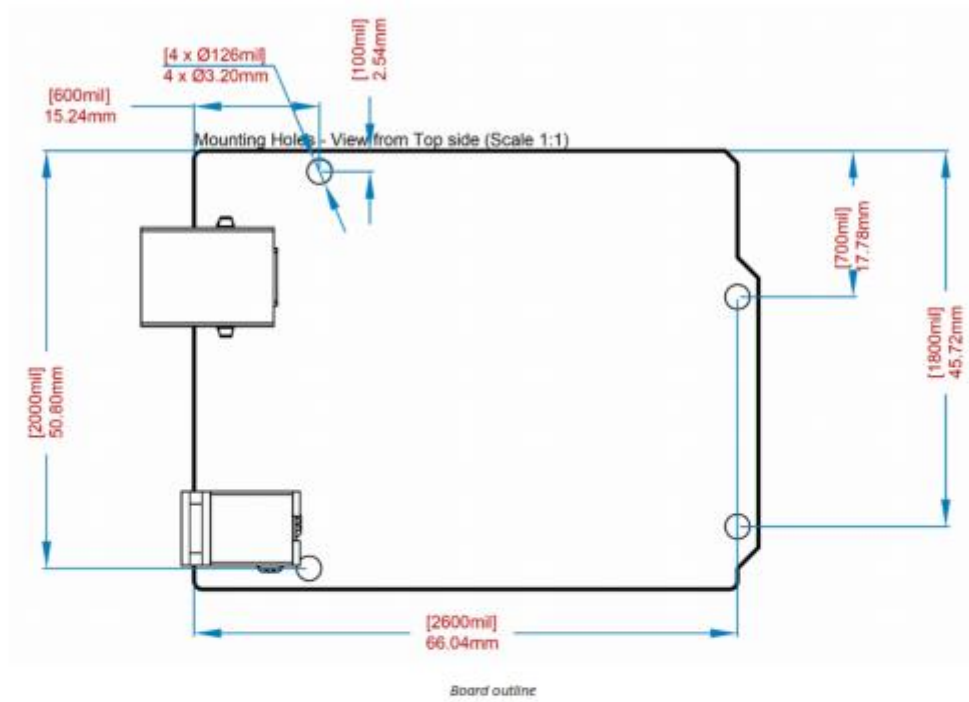
5.2 DIGITAL

Pin	Function	Type	Description
1	D0	Digital/GPIO	Digital pin 0/GPIO
2	D1	Digital/GPIO	Digital pin 1/GPIO
3	D2	Digital/GPIO	Digital pin 2/GPIO
4	D3	Digital/GPIO	Digital pin 3/GPIO
5	D4	Digital/GPIO	Digital pin 4/GPIO
6	D5	Digital/GPIO	Digital pin 5/GPIO
7	D6	Digital/GPIO	Digital pin 6/GPIO
8	D7	Digital/GPIO	Digital pin 7/GPIO
9	D8	Digital/GPIO	Digital pin 8/GPIO
10	D9	Digital/GPIO	Digital pin 9/GPIO
11	SS	Digital	SPI Chip Select
12	MOSI	Digital	SPI1 Main Out Secondary In
13	MISO	Digital	SPI Main In Secondary Out
14	SCK	Digital	SPI serial clock output
15	GND	Power	Ground
16	AREF	Digital	Analog reference voltage
17	A4/SD4	Digital	Analog input 4/I2C Data line (duplicated)
18	A5/SD5	Digital	Analog input 5/I2C Clock line (duplicated)

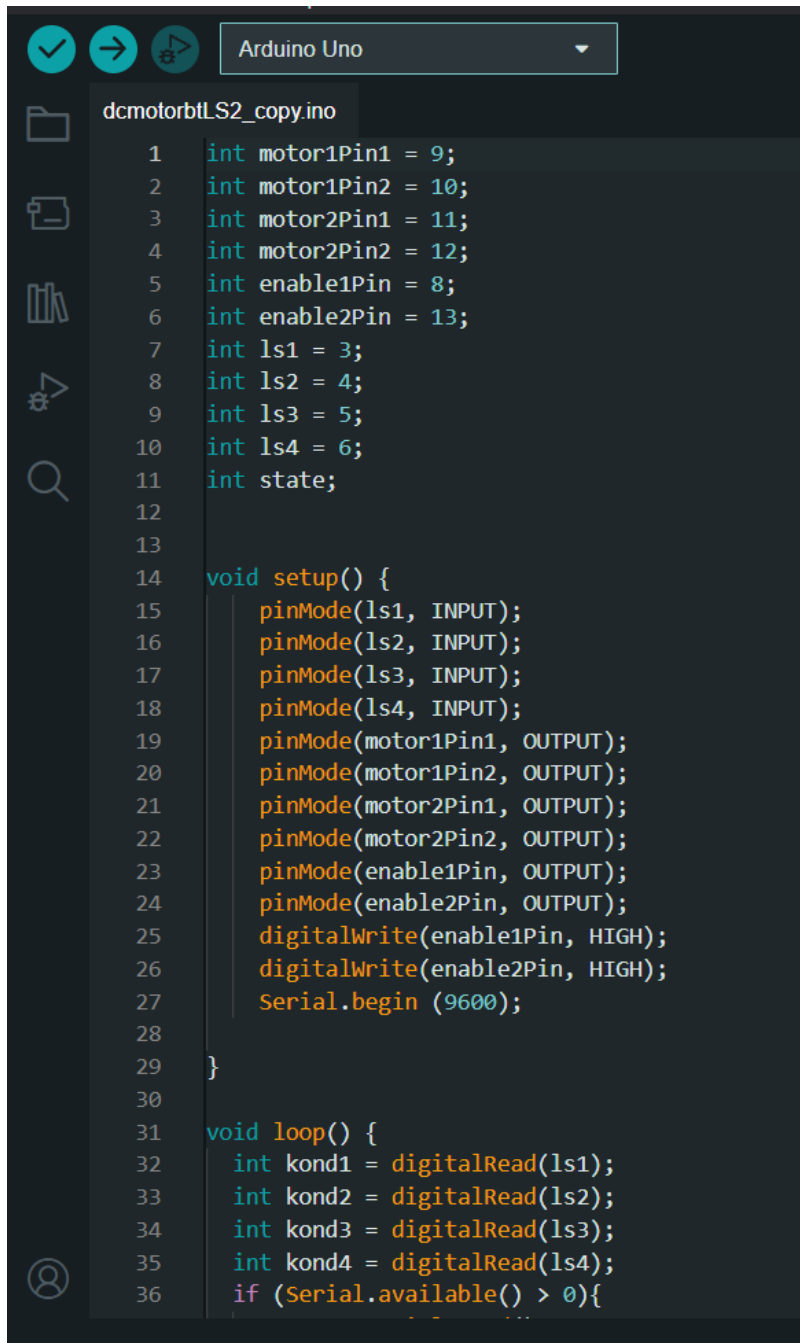


5.3 Mechanical Information

5.4 Board Outline & Mounting Holes



LAMPIRAN 2 PROGRAM ARDUINO



```
Arduino Uno
dcmotorbtLS2_copy.ino
1  int motor1Pin1 = 9;
2  int motor1Pin2 = 10;
3  int motor2Pin1 = 11;
4  int motor2Pin2 = 12;
5  int enable1Pin = 8;
6  int enable2Pin = 13;
7  int ls1 = 3;
8  int ls2 = 4;
9  int ls3 = 5;
10 int ls4 = 6;
11 int state;
12
13
14 void setup() {
15     pinMode(ls1, INPUT);
16     pinMode(ls2, INPUT);
17     pinMode(ls3, INPUT);
18     pinMode(ls4, INPUT);
19     pinMode(motor1Pin1, OUTPUT);
20     pinMode(motor1Pin2, OUTPUT);
21     pinMode(motor2Pin1, OUTPUT);
22     pinMode(motor2Pin2, OUTPUT);
23     pinMode(enable1Pin, OUTPUT);
24     pinMode(enable2Pin, OUTPUT);
25     digitalWrite(enable1Pin, HIGH);
26     digitalWrite(enable2Pin, HIGH);
27     Serial.begin (9600);
28
29 }
30
31 void loop() {
32     int kond1 = digitalRead(ls1);
33     int kond2 = digitalRead(ls2);
34     int kond3 = digitalRead(ls3);
35     int kond4 = digitalRead(ls4);
36     if (Serial.available() > 0){
        ...
    }
```




```
Arduino Uno
dcmotorbtLS2_copy.ino
37     state = Serial.read();
38   }
39   if (state == 'u'){
40     if (kond1 == LOW){
41       digitalWrite(motor1Pin1, HIGH);
42       digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
43       digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
44       digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
45       Serial.println("naik");
46     }
47     if (kond1 == HIGH){
48       digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
49       digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
50       digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
51       digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
52       Serial.println("naik terhenti");
53   }}
54
55   else if (state == 'd'){
56     if (kond2 == LOW){
57       digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
58       digitalWrite(motor1Pin2, HIGH);
59       digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
60       digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
61       Serial.println ("turun");
62     }
63     if (kond2 == HIGH){
64       digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
65       digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
66       digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
67       digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
68       Serial.println("turun terrhenti");
69   }}
70   else if (state == 'f'){
71     if (kond3 == LOW){
72       digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
```

```
File Edit Sketch Tools Help
[Checkmark] [Next] [Previous] Arduino Uno
dcmotorbtLS2_copy.ino
73     digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
74     digitalWrite(motor2Pin1, HIGH);
75     digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
76     Serial.println ("maju");
77     }
78     if (kond3 == HIGH){
79         digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
80         digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
81         digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
82         digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
83         Serial.println("maju terrhenti");
84     }}
85     else if (state == 'b'){
86         if (kond4 == LOW){
87             digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
88             digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
89             digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
90             digitalWrite(motor2Pin2, HIGH);
91             Serial.println ("maju");
92         }
93         if (kond4 == HIGH){
94             digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
95             digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
96             digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
97             digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
98             Serial.println("maju terrhenti");
99         }}
100
101
102     else if (state == 'x'){
103         digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
104         digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
105         digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
106         digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
107         Serial.println("berhenti");
108
109     }
```

LAMPIRAN 3

DIAGRAM BLOK PADA PERANCANGAN APLIKASI

