

**SISTEM KONTROL PENGENDALI KECEPATAN
MOTOR DAN PENGUKURAN RPM
BERBASIS RASPBERRY PI**

SKRIPSI



**Oleh:
Muhammad Kholiq Santoso
140210248**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2020**

**SISTEM KONTROL PENGENDALI KECEPATAN
MOTOR DAN PENGUKURAN RPM
BERBASIS RASPBERRY PI**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh:
Muhammad Kholiq Santoso
140210248**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2020**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini saya:

Nama : Muhammad Kholiq Santoso

Npm : 140210248

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Informatika

Menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat dengan judul:

SISTEM KONTROL PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DAN PENGUKURAN RPM BERBASIS *RASPBERRY PI*. Adalah hasil karya sendiri dan bukan “duplikasi” dari karya orang lain. Sepengetahuan saya. Didalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip didalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini digugurkan dan skripsi yang saya peroleh dibatalkan. Serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari siapapun.

Batam, 13 Februari 2020

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Kholiq Santoso

140210248

**SISTEM KONTROL PENGENDALI KECEPATAN MOTOR
DAN PENGUKURAN RPM BERBASIS RASPBERRY PI**

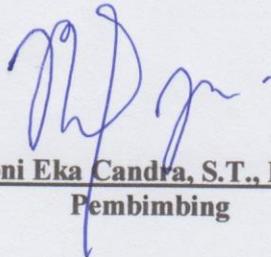
**Oleh:
Muhammad Kholiq Santoso
140210248**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Sarjana**

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini**

Batam, 13 Februari 2020



**Joni Eka Candra, S.T., M.T.
Pembimbing**

ABSTRAK

Pemanfaatan akan kemajuan teknologi telah diimplementasikan di berbagai bidang, mulai dari pengembangan *software* (Bahasa pemrograman dan aplikasi), bahkan perancangan *Hardware* (jaringan *networking*, mesin *production*, automotif, dan lain sebagainya). Salah satu contoh perkembangan teknologi yang sedang dikembangkan begitu pesat adalah teknologi informatika. Keinginan akan pengguna dalam mewujudkan teknologi bersifat mudah akan dimengerti maka diperlukan teknologi yang mendukung keperluan manusia sehari-hari untuk berinteraksi dengan sebuah mesin. Interaksi ini dimaksudkan untuk memberikan informasi akan kecepatan yang dihasilkan pada sebuah mesin tersebut agar mudah untuk dipahami. Penggunaan mikrokontroler pada bidang sistem kontrol dan monitoring sudah sangat populer dan semakin diminati oleh kalangan masyarakat dalam membantu pekerjaan dan memberikan segala informasi penting yang akan dilakukan. Mikrokontroler telah menjadi bagian terpenting untuk melakukan pengolahan serta pemrosesan data pada sebuah sistem kerja. Contoh pengembangannya dari mikrokontroler yaitu *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi* merupakan sebuah perangkat yang menyediakan berbagai layanan informasi mulai dari pekerjaan kantor, permainan, *audio-video*, serta media pemrosesan GPIO dan dikenal sebagai komputer mini masa depan. Perputaran kecepatan sebuah motor DC hanya bergerak secara konstan mengikuti spesifikasi yang dimiliki dan membutuhkan perangkat pendukung yang begitu banyak untuk mengendalikan tingkat kecepatan sebuah motor, serta kurangnya media interaksi antara manusia dengan sebuah mesin. Bagaimana cara mengontrol kecepatan sebuah *Brushless DC Motor* serta memonitoring sebuah kecepatan motor DC dengan menggunakan *LCD Display* dalam memberikan media interaksi kepada pengguna. Pengujian yang dilakukan dengan empat tahapan yaitu uji sistem kontrol dengan *adjustable PWM module*, uji deteksi sensor TCRT 5000, uji hitung RPM pada *LCD display*, dan uji tingkat akurat menggunakan *tachometer*. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini adalah penggunaan *module PWM (Pulse Width Modulation)* bekerja dengan baik dalam mengendalikan kecepatan sebuah motor DC, dan *Raspberry Pi* dalam memonitoring sebuah kecepatan Rpm sangat akurat terhadap pengukuran yang diberikan.

Kata kunci: *Adjustable PWM Module, Raspberry Pi, TCRT 5000.*

ABSTRACT

Utilization of technological advances has been implemented in various fields, ranging from software development (programming languages and applications), even hardware design (network networking, production machinery, automotive, etc.). One example of technological development that is being developed so rapidly is information technology. The desire for users in realizing technology is easy to understand, so we need technology that supports everyday human needs to interact with a machine. This interaction is intended to provide information on the speed produced by a machine so that it is easy to understand. The use of microcontrollers in the field of control and monitoring systems has been very popular and is increasingly in demand by the community in helping work and providing all important information that will be done. Microcontroller has become the most important part for processing and processing data on a work system. Examples of development of a microcontroller is the Raspberry Pi. The speed of a DC motor only moves constantly according to the specifications it has and requires so many supporting devices to control the speed of a motor, and the lack of media interaction between humans and a machine. How to control the speed of a Brushless DC Motor and monitor the speed of a DC motor using LCD Display to provide media interaction for users. Tests carried out with four stages, namely the control system test with an adjustable PWM module, the TCRT 5000 sensor detection test, the RPM count test on the LCD display, and the accurate level test using a tachometer. The results obtained from this test are the use of the PWM module (Pulse Width Modulation) works well in controlling the speed of a DC motor, and the Raspberry Pi in monitoring a Rpm speed is very accurate to the measurements given.

Keywords: *Adjustable PWM Module, Raspberry Pi, TCRT 5000.*

KATA PENGANTAR

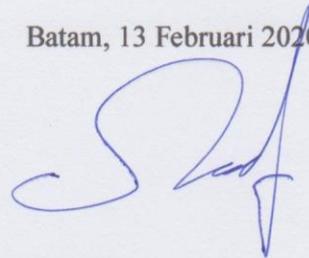
Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari hal ke sempurnaan. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak yang telah mendukung penulis selama ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas putera batam.
2. Ketua Program Studi Teknik Informatika.
3. Bapak Joni Eka Candra, S.T., M.T. selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
4. Bapak Algifanri Maulana, S.SI., M.MSI. selaku pembimbing akademik selama program studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
5. Ibu Sestri Novia Rizki, S.Kom., M.Kom selaku dosen penyemangat selama perkuliahan di Universitas Putera Batam
6. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.
7. Kepada orang tua penulis yang selalu mendoakan dan menyemangati penulis hingga penulisan skripsi ini selesai.
8. Keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis agar penelitian ini selesai tepat waktu
9. Teman-teman Universitas Putera Batam yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam pembuatan skripsi ini.
10. Serta semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam memberikan/ data atau informasi selama penulisan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta taufiknya. Amin.

Batam, 13 Februari 2020



Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN JUDUL	
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	
HALAMAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah / Lingkup	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6.1 Manfaat Teoritis	6
1.6.2 Manfaat Praktis	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Teori Dasar	7
2.1.1 <i>Raspberry Pi</i>	7
2.1.2 <i>Raspberry Pi Model 3B+</i>	8
2.1.3 DC Motor	11
2.1.4 <i>Adjustable PWM Driver Controller Module</i>	14
2.1.5 Sensor <i>TCRT5000</i>	15
2.1.6 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	16
2.1.7 <i>I2C Liquid Crystal Display</i>	16
2.2 <i>Tools dan Software</i>	17
2.2.1 <i>Operating System Raspbian dan NOOBS</i>	17
2.2.2 Bahasa Pemrograman <i>Python</i>	19
2.2.3 <i>Fritzing</i>	21
2.2.4 <i>Google Sketchup Pro</i>	21
2.3 Penelitian Terdahulu	23
2.4 Kerangka Pikir	28
BAB III METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN ALAT	30
3.1 Metode Penelitian	30
3.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.1.2 Tahap Penelitian	31
3.1.3 Peralatan yang Digunakan	34
3.2 Perancangan Alat	36
3.2.1 Perancangan <i>Hardware</i> Mekanik	36
3.2.2 Perancangan <i>Hardware</i> Elektrik	37

3.2.3 Perancangan <i>Software</i>	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Perancangan Alat.....	42
4.1.1 Hasil Perancangan Elektrik	42
4.1.2 Hasil Perancangan Mekanik.....	44
4.2 Hasil Pengujian.....	46
4.2.1 Pengujian Sistem Kontrol Menggunakan <i>Adjustable PWM</i>	46
4.2.2 Pengujian Deteksi Sensor TCRT 5000.....	48
4.2.3 Pengujian Penghitung RPM Menggunakan <i>LCD Display</i>	49
4.2.4 Pengujian Tingkat Akurat dengan <i>Tachometer</i>	52
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Simpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Lampiran 1 Pendukung Penelitian	
Lampiran 2 Daftar Riwayat hidup	
Lampiran 3 Surat Keterangan Penelitian	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tampilan keseluruhan Raspberry Pi 3 model B+	8
Gambar 2.2 Tampilan perangkat pembaharuan.....	9
Gambar 2.3 <i>Configuration Pins Raspberry Pi 3 model B+</i>	10
Gambar 2.4 Brushed DC Motor	11
Gambar 2.5 Metode pengoperasian Brushed DC Motor	12
Gambar 2.6 <i>Brushless DC Motor</i>	12
Gambar 2.7 Metode pengoperasian <i>Brushless DC Motor</i>	13
Gambar 2.8 <i>BLDC Motor A2212/10T 1400KV</i>	14
Gambar 2.9 <i>Adjustable PWM Controller Module</i>	15
Gambar 2.10 Sensor <i>TCRT5000</i>	15
Gambar 2.11 <i>LCD Display</i>	16
Gambar 2.12 <i>I2C Liquid Crystal Display</i>	17
Gambar 2.13 <i>Operating System Raspbian dan NOOBS</i>	17
Gambar 2.14 Logo <i>Python</i>	19
Gambar 2.15 Tampilan Awal <i>Fritzing</i>	21
Gambar 2.16 <i>Google Sketchup Pro</i>	22
Gambar 2.17 Kerangka Pikir.....	28
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	31
Gambar 3.2 Desain Konstruksi <i>Mechanical</i>	36
Gambar 3.3 Desain Layout Mechanical Component.....	37
Gambar 3.4 Desain Sistem <i>Hardware Electronic</i>	38
Gambar 3.5 <i>Schematic Pin Raspberry Pi 3B+</i>	38
Gambar 3.6 Schematic Modul <i>TCRT5000</i>	39
Gambar 3.7 Schematic Modul <i>I2C</i>	39
Gambar 3.8 Diagram Alur Program	40
Gambar 4.1 Hasil perancangan elektrik	42
Gambar 4.2 Tampilan Tampak Depan	44
Gambar 4.3 Tampilan Tampak Sebelah Kanan.....	44
Gambar 4.4 Tampilan Tampak Belakang.....	45
Gambar 4.5 Tampilan Tampak Sebelah Kiri.....	45
Gambar 4.6 Tampilan Tampak Atas.....	45
Gambar 4.7 pengujian pada input potensiometer <i>Adjustable PWM Module</i>	47
Gambar 4.8 Kondisi sebelum diberikan objek berwarna putih.....	49
Gambar 4.9 Kondisi ketika mengenai objek berwarna putih.....	49
Gambar 4.10 Kondisi kalibrasi <i>LCD display</i> memiliki resistansi tinggi.....	51
Gambar 4.11 Kondisi kalibrasi <i>LCD display</i> memiliki resistansi rendah	51
Gambar 4.12 Hasil pengukuran RPM pada <i>LCD Display</i>	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel spesifikasi <i>Raspberry Pi 3</i> model B+.....	8
Tabel 2.2 Tabel Perbandingan <i>Brushed Motor</i> dan <i>Brushless Motor</i>	13
Tabel 2.3 Fitur <i>OS Raspbian</i>	18
Tabel 3.1 Tabel Kegiatan Penelitian	30
Tabel 3.2 Tabel Peralatan dan Bahan Penelitian	34
Tabel 3.3 Penggunaan Pin <i>Raspberry Pi 3B+</i>	39
Tabel 4.1 Deskripsi dan Fungsi Komponen	43
Tabel 4.2 Proses <i>Wairing Kabel Adjustable PWM Module</i>	46
Tabel 4.3 Hasil pengukuran <i>Adjustable PWM Module</i>	47
Tabel 4.4 Proses wairing kabel <i>TCRT 5000</i>	48
Tabel 4.5 Proses wairing kabel <i>LCD Display</i>	50
Tabel 4.6 Hasil perbandingan pengujian alat	52

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan akan ilmu pengetahuan dan teknologi akan selalu berkembang dan berinovasi setiap waktu tertentu, dengan melakukan perkembangan terbaru dalam membuat sesuatu hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia maka menjadikan pekerjaan yang dilakukan sehari-hari dapat dikerjakan dengan sangat mudah. Pemanfaatan akan kemajuan teknologi tersebut telah diimplementasikan di berbagai bidang tertentu, mulai dari *software* (Bahasa pemrograman dan aplikasi), bahkan *Hardware* (jaringan *networking*, mesin *production*, automotif, dan lain sebagainya). Salah satu contoh perkembangan teknologi yang sedang dikembangkan adalah teknologi informatika.

Besarnya akan peminat teknologi automotif maka semakin besar peluang dalam melakukan perubahan inovasi yang mampu mendorong peminat semakin banyak, teknologi automotif memberikan kemudahan dalam pekerjaan manusia sehari-hari yaitu alat transportasi. Tingkat kecepatan, akseibilitas dan mobilitas merupakan pedoman terpenting bagi teknologi automotif dalam mewujudkan perkembangan teknologi di dunia automotif. Seperti halnya dengan dunia elektronika juga memanfaatkan teknologi automotif ini sebagai media pergerakan dan kecepatan dalam sebuah sistem teknologi. Komponen yang paling populer dalam memberikan media pergerakan dan kecepatan adalah Motor DC.

Motor DC dapat diartikan sebagai salah satu bagian dari komponen *actuator* elektronika yang menggunakan sumber tegangan arus searah dalam mengaktifkan pergerakan motor tersebut, penggunaan komponen ini sudah banyak dijumpai terutama pada dunia robotika. Tingkat kecepatan yang dimiliki motor bersifat konstan dan dapat bergerak hingga batas maksimum dari spesifikasi komponen tersebut, keinginan akan pengguna dalam mewujudkan teknologi bersifat mudah akan dimengerti maka diperlukan teknologi yang mendukung keperluan manusia sehari-hari untuk berinteraksi dengan sebuah mesin. Interaksi ini dimaksudkan untuk memberikan informasi akan kecepatan yang dihasilkan pada sebuah mesin tersebut agar mudah untuk dipahami.

Menurut (Rismawan, Sulistiyanti, & Trisanto, 2012) Mikrokontroler dapat diartikan sebagai suatu keping IC yang terdapat pada mikroprosesor serta memori program (ROM) dan memori serbaguna (RAM). bahkan ada beberapa jenis mikrokontroler yang memiliki fasilitas ADC, PPL, EEPROM, beberapa vendor yang melakukan pengembangan terhadap mikrokontroler diantaranya adalah *Intel*, *Microchip*, *Winbond*, *Atmel*, *Philips*, *Xemics* dan lain-lain buatan *Atmel*.

Penggunaan mikrokontroler pada bidang sistem kontrol dan monitoring sudah sangat populer dan semakin diminati oleh kalangan masyarakat dalam membantu pekerjaan dan memberikan segala informasi penting yang akan dilakukan. Mikrokontroler telah menjadi bagian terpenting untuk melakukan pengolahan serta pemrosesan data pada sebuah sistem kerja. Contoh pengembangan dari mikrokontroller yaitu *Raspberry Pi*. *Raspberry Pi* merupakan sebuah perangkat yang menyediakan berbagai layanan informasi mulai

dari pekerjaan kantor, permainan, *audio-video*, serta media pemrosesan GPIO dan dikenal sebagai komputer mini masa depan.

Berdasarkan latar belakang dan pernyataan diatas maka pada tugas akhir ini penulis akan merancang sebuah *prototype* teknologi automotif pengendali kecepatan motor dan monitoring kecepatan berbasis *Raspberry Pi*, maka peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul **“SISTEM KONTROL PENGENDALI KECEPATAN MOTOR DAN PENGUKURAN RPM BERBASIS RASPBERRY PI”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Terdapat beberapa identifikasi permasalahan yang ditemukan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Perputaran kecepatan sebuah motor DC hanya bergerak secara konstan mengikuti spesifikasi yang dimiliki dan tingkat kecepatan belum dapat dikendalikan.
2. Membutuhkan perangkat pendukung yang begitu banyak untuk mengendalikan tingkat kecepatan sebuah motor.
3. Kurangnya media interaksi antara manusia dengan sebuah mesin.

1.3 Pembatasan Masalah / Lingkup

Pembatasan masalah digunakan sebagai membatasi aspek yang tidak diperlukan selama penelitian dan mempermudah peneliti untuk membahas sebuah topik dalam penelitian ini, maka tidak semua aspek yang berhubungan dengan penelitian ini akan dibahas secara rinci. Maka perlu diberikan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroler yang akan digunakan adalah vendor *Broadcom Raspberry Pi version Pi3 model B+*.
2. Sistem kontrol yang akan diterapkan hanya sebatas pengendali kecepatan motor dengan *Module Adjust PWM Speed Control* dan pengukuran RPM pada motor menggunakan *Raspberry Pi 3B+*.
3. Penggunaan komponen motor DC menggunakan tipe *Brushless DC Motor* (BLDC Motor).
4. Sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kecepatan motor adalah sensor TCRT5000.
5. Perangkat output yang digunakan untuk memberikan informasi hasil kecepatan adalah komponen *LCD Display 16 x 2* beserta modul *I2C* dalam memudahkan proses informasi *output*.
6. *Operating System* yang digunakan pada *Raspberry Pi* adalah *OS Raspbian*
7. Bahasa pemrograman akan menggunakan bahasa pemrograman *Python*.
8. Media *Output* yang dihasilkan adalah tingkat kecepatan dan pengukuran RPM terhadap putaran kecepatan sebuah motor.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan disajikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengontrol kecepatan *Brushless* DC Motor ?
2. Bagaimana monitoring kecepatan motor DC menggunakan LCD ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan mengontrol kecepatan Brushless DC Motor diharapkan mampu memberikan kecepatan sebuah putaran motor DC sesuai dengan keinginan pengguna.
2. Dengan memonitoring menggunakan LCD, diharapkan mampu memberikan informasi kepada pengguna atas sebuah kecepatan putaran motor DC yang telah dikendalikan.

1.6 Manfaat / Kegunaan

Manfaat serta kegunaan yang diperoleh dari penelitian ini, akan dibagi menjadi 2 bagian antara lain sebagai berikut :

1.6.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dilihat dari aspek teoritis (keilmuan), penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai ilmu pengetahuan akan sistem kontrol dan monitoring yang dapat dikembangkan lebih luas dalam memenuhi kebutuhan pada kehidupan manusia.
2. Dilihat dari aspek praktis (kegunaan), alat ini diciptakan sebagai bentuk prototype yang mengaplikasikan sistem kontrol dan monitoring kecepatan dengan biaya terjangkau serta dapat dirancang oleh semua orang.

1.6.2 Manfaat Praktis

Ada beberapa manfaat praktis yang didapatkan pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagi Masyarakat

Sangat bermanfaat untuk berinteraksi dengan mudah pada sebuah mesin dalam mengontrol dan *monitoring*.

2. Bagi Akademik

Manfaat yang didapatkan pada penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dalam mengembangkan sistem kontrol dan *monitoring* pada sebuah piranti yang akan digunakan bagi instansi akademik maupun instansi non akademik. Penelitian ini dapat menjadi sebagai referensi dan bisa digunakan sebagai sumber pembelajaran.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

Agar penelitian dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan landasan teori yang akan mempertegaskan teori-teori tentang penelitian ini, serta akan menjadi landasan bagi peneliti untuk menghasilkan penelitian yang berkualitas. Landasan teori yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

2.1.1 *Raspberry Pi*

Menurut penelitian (Aryani, Wahyudin, & Fazri, n.d.), *Raspberry Pi* diartikan sebagai sebuah komputer berukuran kartu kredit yang dapat terkoneksi dengan perangkat televisi dan perangkat *keyboard*. Perangkat ini mampu digunakan dalam berbagai proyek elektronik dan dapat digunakan sebagai *desktop* komputer, mesin pengolah kata, *games* serta mampu menjalankan *video* beresolusi tinggi.

Dari pernyataan tersebut dapat diartikan *Raspberry PI*, sebuah modul *micro computer* dengan memiliki fitur penting seperti *interface*, *Port* GPIO serta sebuah sistem operasi pada sebuah papan *microcontroller*.

2.1.2 Raspberry Pi Model 3B+

Pada penelitian ini *Raspberry Pi* yang akan digunakan adalah *Raspberry Pi* 3 model B+ karena sudah mendukung fitur interaksi *Wireless* dan *Bluetooth* dalam melakukan operasional pekerjaannya, berikut gambaran keseluruhan bentuk dari *Raspberry Pi* 3 model B+ :



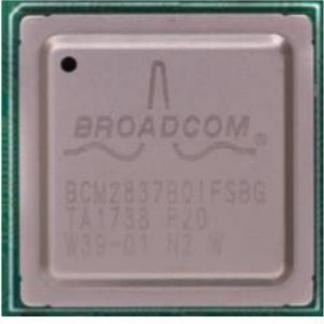
Gambar 2.1 Tampilan keseluruhan Raspberry Pi 3 model B+
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Tabel 2.1 Tabel spesifikasi *Raspberry Pi* 3 model B+

<i>System on Chip</i>	<i>Broadcom BCM2837B0 Cortex-A53 64Bit SoC @ 1.4GHz</i>
<i>GPU</i>	<i>Videocore IV @ 400 Mhz</i>
<i>RAM</i>	<i>1GB LPDDR2 RAM</i>
<i>Storage</i>	<i>MicroSD</i>
<i>USB Port</i>	<i>4x 2.0 USB Ports</i>
<i>Max Power</i>	<i>2.5A @ 5V</i>
<i>GPIO</i>	<i>40 pins</i>
<i>Ethernet</i>	<i>Gigabit Ethernet over USB 2.0 @ 300 Mbps</i>
<i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth 4.2</i>
<i>Wifi</i>	<i>Dual-band 2.4GHZ and 5GHz IEEE 802.11 b/g/n/ac wireless LAN</i>
<i>Video Out</i>	<i>1x HDMI</i>

Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Pada versi *Raspberry Pi 3B+* terbaru sudah mampu memproses kecepatan pengolahan data jauh lebih cepat dibandingkan versi sebelumnya serta terdapat fitur yang mampu untuk berinteraksi dengan jaringan *Wireless* maupun *Bluetooth* kepada perangkat lainnya. Pembaharuan perangkat SoC *Broadcom BCM2837* telah menjadi bagian logam agar dapat menstabilkan panas yang akan dibebani oleh komponent tersebut, berikut tampilan *SoC Broadcom BCM2837* yang telah diperbaharui :

Reference	Original Part	New Part
U5		

Gambar 2.2 Tampilan perangkat pembaharuan

Sumber : (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>)

Menurut (Wicaksono, 2018), *Raspberry Pi A+* dan *B+* telah menggantikan model terdahulu yaitu model *A* dan *B*. Perubahan yang terjadi pada model ini adalah jumlah *pin* GPIO berjumlah 40 *pin*.

Dari pernyataan tersebut versi model (“+”) untuk setiap modelnya sudah menyediakan *port* GPIO sebanyak 40 *pin*, 4 *port* USB, penghemat konsumsi sumber daya, serta perubahan tata letak komponent yang ada di papan mikrokontroller terkhusus untuk *Raspberry Pi* model *B+* dalam mendukung kelancaran penggunaan pekerjaan sehari-hari. Adapun Gambar tentang fungsi kegunaan setiap masing-masing *port* GPIO adalah sebagai berikut :



Keterangan Port	Nomor Pin		Keterangan Port
3.3 VDC	1	2	5 VDC
GPIO 0 (I2C1_SDA)	3	4	5 VDC
GPIO 1 (I2C1_SCL)	5	6	Grounding
GPIO 4 (GPCLK0)	7	8	GPIO 14 (UART_TXD)
Grounding	9	10	GPIO 15 (UART_RXD)
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 21	13	14	Grounding
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3.3 VDC	17	18	GPIO 24
GPIO 10 (SPI_MOSI)	19	20	Grounding
GPIO 9 (SPI_MISO)	21	22	GPIO 25
GPIO 11 (SPI_SCLK)	23	24	GPIO 8 (SPI_CE0)
Grounding	25	26	GPIO 7 (SPI_CE1)
ID_SD	27	28	ID_SC
GPIO 5	29	30	Grounding
GPIO 6	31	32	GPIO 12
GPIO 13	33	34	Grounding
GPIO 19	35	36	GPIO 16
GPIO 26	37	38	GPIO 20
Grounding	39	40	GPIO 21

Gambar 2.3 Configuration Pins Raspberry Pi 3 model B+
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Beberapa Fungsi kegunaan yang dimiliki oleh pin-pin GPIO pada *Raspberry Pi 3* model *B+* :

1. Pin yang memiliki nilai tegangan sebesar 3.3 VDC dan 5 VDC pada pin yang berwarna merah, memberikan hasil proses tegangan yang sudah di sediakan oleh *Raspberry Pi* untuk memberikan tegangan lebih lanjut kepada komponen lainnya. Pada pin nomor urut 1 dan 17 untuk tegangan bernilai 3.3 VDC serta pin nomor urut 2 dan 4 untuk untuk tegangan 5 VDC.
2. Pada pin yang bewarna putih adalah *General Purpose Input and Output* (GPIO), merupakan sebuah pin yang digunakan untuk memproses jalur *Input* dan *Ouput* yang masuk melalui papan *microcontroller Raspberry Pi*.
3. Kegunaan dari pin ID_SD yang bewarna kuning atau biasa dikenal dengan nama *Display Serial Interface* (DSI) digunakan untuk berkomunikasi dengan LCD atau OLED.

4. Kegunaan dari pin ID_SC yang berwarna kuning atau biasa dikenal dengan nama *Camera Serial Interface (CSI)* memungkinkan kamera modul untuk terhubung secara langsung ke *mainboard Raspberry Pi*.

2.1.3 DC Motor

Pada umumnya penggunaan motor DC sudah sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari, penggunaan tersebut diperuntukan sebagai media penggerak suatu objek yang diinginkan ke tempat tujuan yang akan dicapai nantinya. DC Motor dapat diartikan sebagai suatu piranti elektronika yang berfungsi sebagai media aktuator atau penggerak dengan menggunakan sumber tegangan listrik yang bersifat *Direct Current (DC)*. Tipe motor DC terdapat dua perbedaan berdasarkan fisik dan sistem kerja yang diimplementasikan kepada motor tersebut, anatar lain adalah :

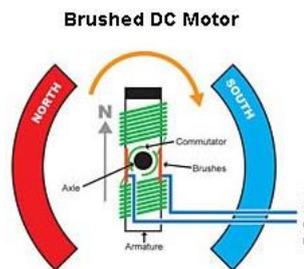
1. *Brushed* DC Motor



Gambar 2.4 Brushed DC Motor
Sumber : (<https://www.Amazon.com/>)

Brushed DC Motor ini dikenal sebagai Motor DC umum yang sering digunakan sehari-hari, penggunaan motor ini sangat begitu praktis yaitu

hanya menghubungkan arus tegangan bernilai positif dengan arus tegangan bernilai negative. Cara kerja dari komponen ini yaitu kumparan yang berada di bagian dalam tengah akan berputar mengikuti gaya tarik-menarik dari sebuah magnet yang terletak pada dinding *casing* motor tersebut, berikut gambaran kinerja dari komponen tersebut :



Gambar 2.5 Metode pengoperasian Brushed DC Motor

Sumber : (<https://rclipobatteries.blogspot.com/>)

2. *Brushless* DC Motor (BLDC Motor)



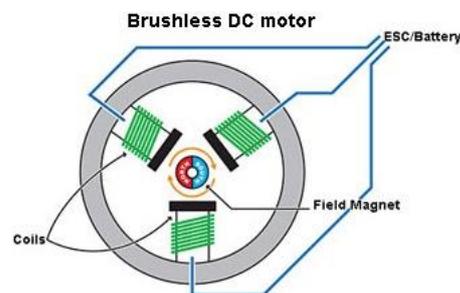
Gambar 2.6 *Brushless* DC Motor

Sumber : (<https://www.semanticscholar.org/>)

Penelitian menurut (Hermanto, 2018), *Motor DC Brushless* merupakan salah satu jenis motor DC yang memiliki perbedaan sistem kerja dan terjadi pada perubahan bentuk yang menggunakan posisi umpan balik rotor sebagai sebuah penentu untuk mengubah sebuah arus. Lilitan yang berada pada stator akan bekerja sebagai media penghubung dengan

menggunakan magnet untuk menghasilkan pergerakan arah rotor berupa arus DC yang bernilai konstan.

Dari pernyataan tersebut mengenai *Brushless DC Motor* (BLDC Motor), memiliki bentuk sistem kerja terbalik dengan *Brushed DC Motor* dan pada posisi magnet akan pergerakan arus dari kumparan yang berada pada dinding *Casing* tersebut. Berikut gambaran kinerja dari *Brushless DC Motor* :



Gambar 2.7 Metode pengoperasian *Brushless DC Motor*
Sumber : (<https://rclipobatteries.blogspot.com/>)

Tabel 2.2 Tabel Perbandingan *Brushed Motor* dan *Brushless Motor*

No	Description	Motor DC	
		Brushed	Brushless
1	Magnet Permanent	Pada Stator	Pada Rotor
2	Medan Elektromagnet (Kumparan)	Pada Rotor	Pada Stator
3	Brush (Sikat)	Pakai	Tidak Pakai
4	Electrical Niose (Storing)	Ya	Tidak
5	Pendingin Motor	Sulit	Mudah
6	Jumlah Kumparan Elektromagnet	Terbatas	Tidak Terbatas
7	Hasil Pengendalian	Kurang Akurat	Sangat Akurat
8	Daya Tahan Rotor	Pendek	Lama
9	Efisiensi	Rendah	Tinggi

Sumber : (<http://www.robotics-university.com/2014/01/aktuator-multirotor.html>)

Berdasarkan kegunaan dari komponent Motor DC tersebut, peneliti akan menggunakan Motor DC sejenis *Brushless DC Motor* dikarenakan memiliki

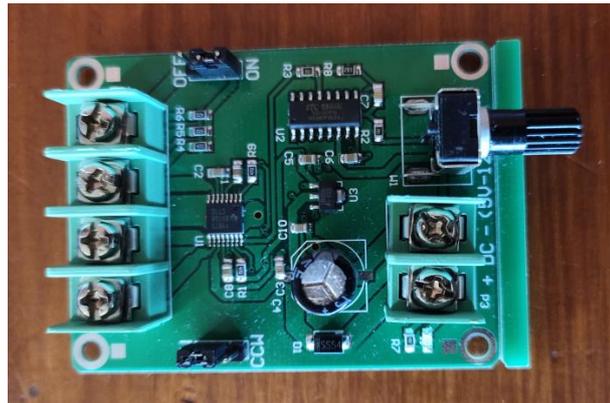
beberapa kelebihan dibanding dengan jenis *Brushed* DC Motor, berikut gambar dan tabel spesifikasi tentang komponen yang akan digunakan pada penelitian ini :



Gambar 2.8 *BLDC Motor A2212/10T 1400KV*
Sumber : (Data Penelitian,2019)

2.1.4 Adjustable PWM Driver Controller Module

Penelitian menurut (Dermawan, Sadli, & Bintoro, 2018), Motor BLDC hanya dapat bekerja dengan memerlukan medan putaran pada magnet stator. Pengendalian tegangan motor BLDC dapat menggunakan 2 metode yaitu metode *six-step* dan metode PWM.. Kecepatan motor BLDC dapat dikendalikan dengan cara menggunakan teknik PWM sebagai *input* untuk memvariasikan tegangan DC sebagai masukan untuk motor *brushless* DC. Kegunaan dari komponen *Adjustable PWM Driver Controller Module* digunakan sebagai penngontrol tingkat PWM yang akan diberikan kepada BLDC motor sesuai dengan permintaan dari pengguna dalam mengatur tingkat kecepatan motor tersebut. Berikut gambaran tentang komponen yang akan digunakan :



Gambar 2.9 *Adjustable PWM Controller Module*
Sumber: (Data Penelitian, 2019)

2.1.5 Sensor *TCRT5000*



Gambar 2.10 Sensor *TCRT5000*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Menurut Penelitian (Mipa & Gadjah, 2017), Ketika cahaya akan didekatkan pada sebuah obyek yang berwarna hitam, maka *receiver* tidak akan menerima hasil pantulan dari hasil tersebut. Begitu juga sebaliknya, ketika obyek memantulkan mengenai cahaya, maka *receiver* akan menerima pantulan cahaya yang dihasilkan oleh *transmitter*.

2.1.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*

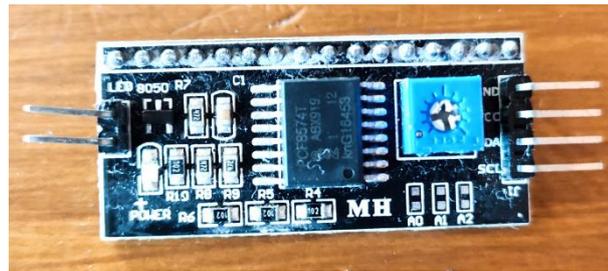


Gambar 2.11 *LCD Display*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Menurut penelitian (Syst, Oo, & Tt, 2018), Modul LCD menyebutkan bahwa mempunyai karakteristik pin yang dimiliki pada LCD yaitu memiliki *pin out* delapan pin data dari pin D0 sampai dengan pin D7. Terdapat juga pin pada LCD untuk mengaktifkan tampilan yaitu pin EN. Pin RW digunakan untuk mengatur Bacaan atau Tulisan yang berada pada layar LCD. Pin VSS dan VDD yang terdapat pada LCD digunakan sebagai ground dan + 5V, serta pin RS digunakan untuk memilih sebuah register yang akan dioperasikan.

2.1.7 *I2C Liquid Crystal Display*

Menurut Penelitian (Syst et al., 2018), Kegunaan serta pengertian komponen *I2C Liquid Crystal Display* sebagai pendukung komponen LCD dalam menyederhanakan proses perintah yang dilakukan oleh Arduino atau Raspberry Pi menjadi dua pin analog yaitu A4 dan A5, serta memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi *library* yang akan digunakan pada komponen *Liquid Crystal Display (LCD)*.

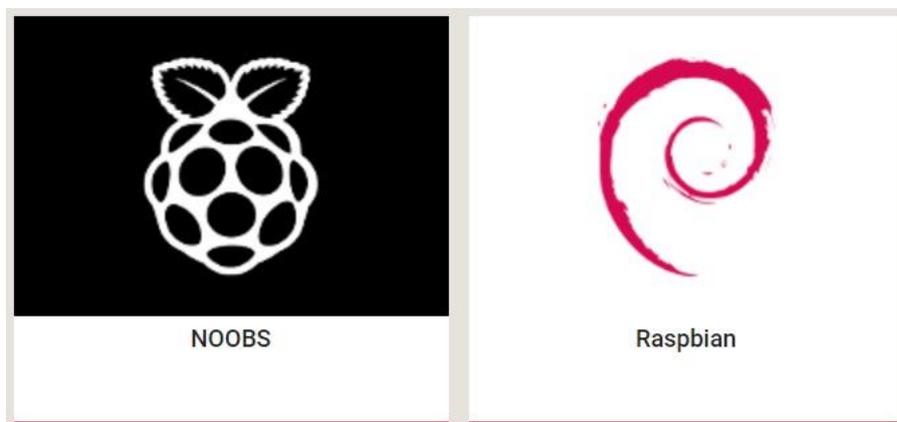


Gambar 2.12 I2C *Liquid Crystal Display*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

2.2 *Tools dan Software*

Untuk melakukan perancangan suatu alat, peneliti membutuhkan beberapa *Tools* serta aplikasi *Software* yang akan digunakan sebagai berikut :

2.2.1 *Operating System Raspbian dan NOOBS*



Gambar 2.13 *Operating System Raspbian dan NOOBS*
Sumber : (<https://www.raspberrypi.org/>)

Menurut (Wicaksono, 2018), *Raspbian* termasuk salah satu jenis *Distro Linux* yang sudah modifikasi. *Debian* termasuk *Distro Linux* paling lama dan terfokus pada stabilitas, kompatibilitas yang tinggi dan kinerja yang sangat baik

bahkan pada perangkat *hardware* sederhana, sehingga menjadikan mitra besar oleh *Raspberry Pi*.

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa *Raspbian*, sebuah *Operating System* (OS) bersifat *Open Source* yang dapat dikembangkan oleh penggunanya dan merupakan turunan dari sistem operasi *Debian Linux* yang di khususkan untuk memberikan peforma prima pada bidang *hardware* sederhana terkhusus kepada *Raspberry Pi*. Adapun beberapa fitur yang sudah disediakan oleh *Operating System* (OS) *Raspbian* kepada penggunanya, sebagai berikut :

Tabel 2.3 Fitur OS *Raspbian*

No	Fitur	Deskripsi
1	Pemrograman	<i>BlueJ Java IDE, Geany Programmer Editor, Greenfoot Java IDE, Mathematica, Node-RED, Phython 2 (IDLE), Phython 3 (IDLE), Scratch, Sonic Pi dan Wolfram</i>
2	<i>Office</i>	<i>LibreOffice</i>
3	Internet	<i>Claws Mail, Epiphany Web Browser, Raspberry Pi Source dan The Mag Pi</i>
4	<i>Games</i>	<i>MinecraftPi dan Phython Games</i>
5	<i>Accesories</i>	<i>Archiever, Calculator, File Manager, PDF Viewer, SD Card Copier, Task Manager, Terminal dan Text Editor</i>
6	<i>Help</i>	<i>Debian Reference dan Raspberry Pi Help</i>
7	<i>Reference</i>	<i>Add/Remove Software, Apperence Settings, Audio Device Settings, Main Menu Editor, Mouse and Keyboard Settings dan Raspberry Pi Configuration</i>

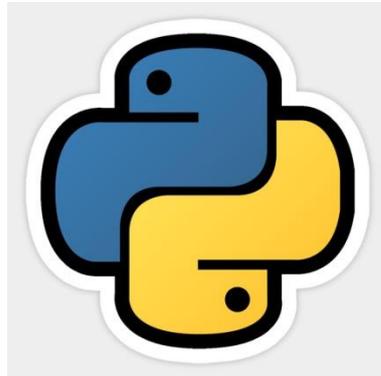
Sumber :(Wicaksono, 2018)

Menurut (Wicaksono, 2018), *Raspberry Pi Foundation* menyediakan software bernama NOOBS (*New Out Of the Box Software*) dengan tujuan untuk memudahkan pengguna di awal penggunaan *Raspberry Pi*.

NOOBS (*New Out Of the Box Software*), dapat diartikan sebagai sebuah tempat khusus dalam menyediakan beberapa *software* dari vendor *Raspberry Pi* untuk membantu pengguna baru dalam melakukan instalasi secara otomatis

sesuai dengan daftar *software* yang sudah disediakan. Kebanyakan pemula akan direkomendasi menginstal NOOBS terlebih dahulu karena memudahkan pengguna dalam proses instalasi dan menghindari kesulitan dalam melakukan instalasi secara manual, metode instalasi *Raspbian* secara manual akan sama dengan metode instalasi *Raspbian* melalui NOOBS.

2.2.2 Bahasa Pemrograman *Python*



Gambar 2.14 Logo *Python*

Sumber : (blog.insaid.co)

Penelitian menurut (Aryani et al., n.d.), bahasa pemrograman *Python* yang bersifat *freeware* atau perangkat bebas dapat diartikan sebagai tidak ada batasan dalam penyalinan atau mendistribusikannya dan di lengkap dengan *source code*, *debugger* serta *profiler*. Sebagai antarmuka yang terkandung di dalamnya terdapat pelayanan antarmuka seperti fungsi sistem, GUI (antarmuka pengguna grafis), dan basis data.

Beberapa kelebihan bahasa *Python* menurut (Sianipar R.H., 2015) :

1. Mudah digunakan (*Easy To Use*)

Tingkat penggunaan bahasa sangat sederhana dibandingkan dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi lainnya.

2. Kompabilitas dan kemampuan tingkat tinggi

Menangani beberapa tingkat kesulitan pemrograman mulai dari tingkat sederhana hingga tingkat pemrograman yang kompleks dan dapat mendukung pemrograman berbasis grafis (*GUI Programming*). Fitur lain yang dimiliki *Python* dapat memajemen penggunaan memori tanpa harus di sadari oleh penggunanya.

3. Pemrograman berorientasi objek (*Object Oriented Programming*)

Python dapat mendukung bahasa pemrograman berorientasi objek, dengan kelebihan ini membuat bahasa pemrograman *Python* semakin mudah untuk dimengerti dan dipahami oleh penggunanya.

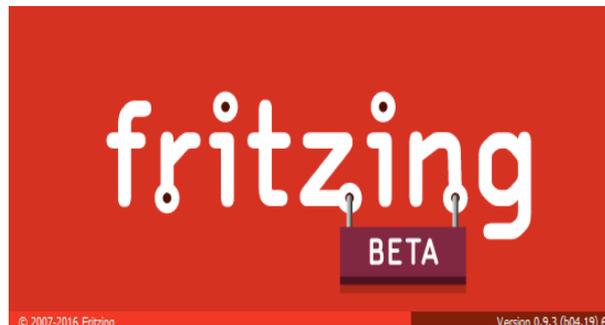
4. *Platform independent*

Python dapat berjalan pada sistem operasi apa saja selama terdapat *platform Python* di dalamnya.

5. Gratis dan kode sumber terbuka (*Open Source*)

Setiap orang mendapatkan peluang untuk mengembangkan bahasa pemrograman ini tanpa harus mengeluarkan dana yang dimilikinya.

2.2.3 *Fritzing*



Gambar 2.15 Tampilan Awal *Fritzing*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Menurut (Nugraha & Rahmat, 2018), *Fritzing* dapat diartikan sebagai sebuah software yang bersifat *open source* yang dapat dikembangkan oleh pengguna dalam merancang rangkaian elektronika. Dalam perancangannya, *Fritzing* menggunakan tampilan *breadboard* sebagai *prototype* penyusunan komponen elektronika. Beberapa komponen yang ada pada *Fritzing* mulai dari *Arduino*, *Raspberry Pi*, berbagai sensor, *voltage regulator*, motor DC, dan sebagainya.

2.2.4 *Google Sketchup Pro*

Menurut penelitian (Indah, Setiawan, & Sejarah, 2011), *Google SketchUp* dapat diartikan sebagai program aplikasi grafis 3D dengan mengombinasikan dengan beberapa perangkat alat (*tools*) yang sederhana.

Pada aplikasi *Sktechup* ini terdapat dua versi yang telah dikembangkan, menurut penelitian (Indah et al., 2011) :

1. Versi *Google SketchUp* yang tersedia secara gratis, versi ini sudah mendukung fungsi yang dibutuhkan untuk menggunakan ruang imajinasi pengguna. Selain membuat objek-objek berbentuk 3D, pengguna dapat mendistribusikannya (*share*) kepada semua pengguna *Google SketchUp* melalui dukungan *Google 3D Warehouse*.
2. Versi *Google SketchUp Pro with LayOut* yang dikhususkan bagi para profesional dalam dunia grafis 3D. fitur yang diberikan oleh *Google Sketchup* terletak pada fasilitas penukar *file* yang dibuat antara *Google Sketchup* dengan *software* lainnya. Selain itu, dilengkapi dengan *Google Sketchup Layout* yang dapat digunakan untuk membuat presentasi desain (dalam bentuk dokumen) yang menarik, serta berbagai fungsi tambahan lainnya. Versi kedua ini merupakan versi berbayar dengan harga yang cukup bersaing (sekitar \$95.00).

Penelitian ini akan menggunakan versi *Google Sketchup Pro* karena memiliki beberapa fitur pendukung dalam penelitian yang akan dijalankan, berikut fitur tabel dan gambar *Google Sketchup Pro* sebagai berikut :



Gambar 2.16 *Google Sketchup Pro*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

2.3 Penelitian Terdahulu

Pada bagian penelitian terdahulu akan membahas beberapa teori hasil tentang penelitian sebelumnya dengan topik yang terkait dengan penelitian ini, sebagai berikut :

1. (Hermanto, 2018) pada penelitian berjudul “**Perancangan Pengukur Kekuatan Motor *Brushless* Berbasis *ESP8266***” dengan nomor ISSN : 2407-4322 dan E-ISSN : 2503-2933. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari maksimal gaya dorong sebuah motor *brushless* dengan mengkombinasikan *propeller* yang berbeda. Pengujian dilengkapi dengan *ESP8266* sebagai otak dalam pemroses sebuah data, *Load Cell* ditambah modul HX711 dan sensor arus serta daya digunakan untuk memantau kemampuan motor. Penelitian ini menggunakan metodologi *Prototyping*. Hasil yang telah didapat dalam penelitian pengukur kekuatan motor brushless ini yaitu mendapatkan kemampuan maksimal dimana setiap kecepatan motor (*Throttle*) dinaikkan maka akan menghasilkan nilai kemampuan daya angkat meningkat. Hasil lain yaitu penggunaan jenis *propeller* dari ukuran dan jenis berbeda akan mendapatkan kemampuan daya angkat yang berbeda.
2. (Dermawan et al., 2018) pada penelitian berjudul “**Penggunaan Motor DC *Brushless Sunny Sky X2212-13 KV: 980 II* Pada Perancangan *Quadcopter***” dengan nomor P-ISSN : 2303-1360 dan E-ISSN : 2622-2639. Perancangan *quadcopter* dibutuhkan motor dengan kecepatan yang tinggi serta kontruksi dalam skala kecil oleh sebab itu digunakan motor DC jenis

brushless, motor *brushless* ini diatur menggunakan teknik PWM (*Pulse Width Modulation*) untuk mendapatkan RPM yang tinggi secara konstan. Metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah *trial and error* yang berfungsi untuk mencari data akurat pada motor saat melakukan beberapa manuver seperti *Throrrle*, *Yaw*, *Pitch*, dan *Roll*. Hasil data yang didapatkan berupa, bentuk gelombang, frekuensi, perioda dan tegangan pada masing-masing motor dengan menggunakan beberapa asumsi yang disesuaikan pada pedal gas *remote control*.

3. (Ardiansyah & Yazid, 2018) pada penelitian berjudul “***Rotational Speed Control of Brushless DC Motor Using Genetic Algorithm Optimized PD Controller***” dengan nomor P-ISSN : 1411-8289, E-ISSN : 2527-9955, dan DOI : 10.14203/jet.v18.75-80. Kontrol kecepatan rotasi motor BLDC menggunakan pengontrol *algoritme* genetik yang dioptimalkan *proporsional-derivatif* (PD) untuk membentuk apa yang disebut pengontrol *algoritme genetik-PD* (GA-PD) yang diusulkan dalam makalah ini. Sistem kontrol diwujudkan dalam mikrokontroler yaitu *Atmega 2560 16MHz* dengan *encoder absolut* sebagai sensor posisi. Efektivitas pengontrol GA-PD diuji di bawah fungsi langkah yang konstan dan bervariasi dengan pengontrol *Ziegler-NicholsPD* (ZN-PD) sebagai patokan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pengontrol GA-PD memiliki kecepatan lebih lambat daripada pengontrol ZN-PD, tetapi pengontrol GA-PD memiliki *overshoot* dan *osilasi* kecil selama kondisi tunak sebagai akibat dari memiliki waktu naik cepat.

4. (Rohman, Arif, & Huda, 2019) pada penelitian berjudul “**Implementasi Dan Analisis Kendali Kecepatan Motor BLDC 1 KW Tanpa Beban Menggunakan Algoritma PID**” dengan nomor ISSN : 1693-4024. Saat ini motor *Brushless Direct Current* (BLDC) banyak diaplikasikan di berbagai bidang dikarenakan memiliki keunggulan dibandingkan motor *Direct Current* (DC). Namun, untuk menghasilkan respon kecepatan yang diharapkan, motor BLDC tersebut membutuhkan suatu pengendalian. Salah satu pengendali kecepatan adalah menggunakan *algoritma Proporsional, Integral, dan Derivatif* (PID). Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang kendali kecepatan *PID* pada motor BLDC 1 kW berbasis *Arduino Uno* menggunakan *Matlab Simulink*, dan untuk mengetahui pengaruh variasi nilai parameter K_p , K_i , K_d terhadap respon kecepatan motor BLDC 1 kW. Selain itu, untuk menghasilkan respon kecepatan motor dengan *rise time* yang cepat, *overshoot* yang kecil dan *error steady state* yang rendah. Metode Pengambilan data dilakukan dengan cara memvariasikan nilai parameter PID menggunakan blok diagram *Matlab Simulink* yang dieksekusi oleh *Arduino Uno*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi nilai parameter PID mempengaruhi respon kecepatan motor BLDC 1 kW.
5. (Bagus, Citarsa, & Seniari, 2014) pada penelitian berjudul “**Realisasi Sistem Pengaturan Kecepatan Motor BLDC Menggunakan DSP TI C2000 Untuk Pengembangan Metode Belajar Mengajar Berbasis Aplikasi Praktis**” dengan nomor ISSN : 2339-1553. Kontroler PID sudah diaplikasikan secara luas untuk mengatur berbagai proses pada industri.

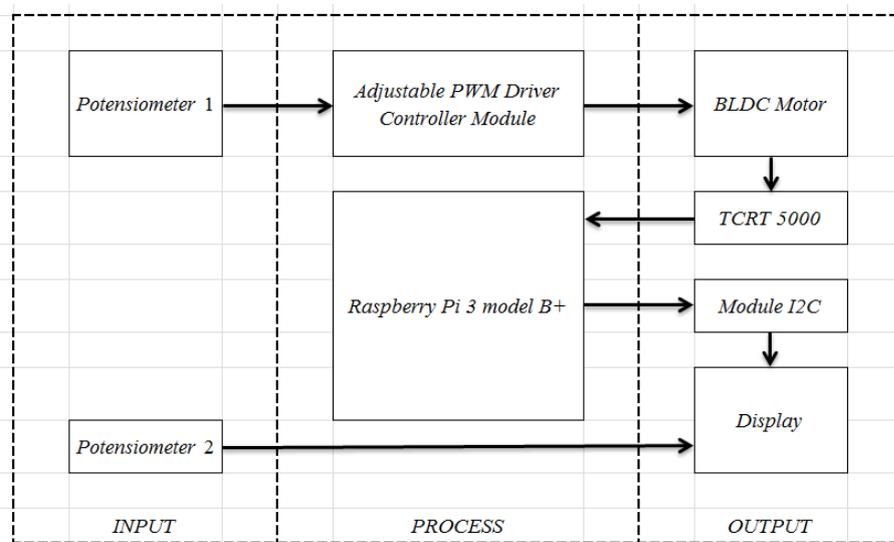
Demikian juga Kontroler PID sudah tercakup dalam materi pokok dari beberapa mata kuliah dasar di jurusan teknik elektro di perguruan tinggi. Saat ini kontroler PID direalisasikan secara digital menggunakan mikrokontroler (MK) atau Digital Sinyal Processing (DSP). Paper ini memaparkan implementasi kontroler PI (proporsional plus intergral) pada system pengaturan motor BLDC tiga fasa yang direalisasikan menggunakan *DSP TI C2000* produksi *Texas Instrument*. Berbagai skema pengendalian system motor *Brushless* DC (BLDC) yakni system tanpa umpan balik (*open loop*), sistem pengaturan lup tertutup dengan satu umpan balik atau dengan umpan balik ganda (*cascaded control system*) berhasil direalisasikan. Hasil penelitian membuktikan bahwa aksi kontrol sangat tergantung dari nilai parameter kontroler dan sistem kontrol dengan umpan baik ganda mempunyai potensi untuk menghasilkan keluaran yang lebih baik walaupun proses penalaan parameter kontroler menjadi relatif lebih sulit. Secara umum hasil penelitian berhasil mentransformasikan konsep teoritis menjadi aplikasi praktis yang mana sangat bermanfaat untuk memantu proses pembelajaran khususnya yang berkenaan dengan kontroler PID dan motor BLDC.

6. (Derek, Elia, Allo, & Tulung, 2016) pada penelitian berjudul “**Rancang Bangun Alat Monitoring Kecepatan Angin Dengan Koneksi Wireless Menggunakan Arduino Uno**” dengan nomor ISSN : 2301-8402. Latar belakang dari peneltian ini berdasarkan keinginan pengguna dalam mengukur kecepatan berbasis digital, sistem yang diterapkan dalam

penelitian ini menggunakan dua bagian yaitu *hardware* serta *software* dengan harga sangat terjangkau dalam perancangan serta penerapan dilakukan dengan cara portable. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah alat pengukur kecepatan angin menggunakan sensor *optocoupler* berbasis mikrokontroler *Arduino Uno* dan ditambah dengan faktor kalibrasi margin error sebesar 0.008% sampai dengan 0.3% terhadap *anemometer Benetech GM-816*

7. (Setyawan Gembong Edhi, Benny adiwijaya, 2019) pada penelitian berjudul “**Sistem Deteksi Jumlah, Jenis Dan Kecepatan Kendaraan Menggunakan Analisa BLOB Berbasis Raspberry Pi**” dengan nomor P-ISSN : 2355-7699, E-ISSN : 2528-6579, dan DOI : 10.25126/jtiik.201961405. Penggunaan metode secara manual dengan mengandalkan SDM tentunya akan membutuhkan sebuah biaya serta tidak dapat dianalisa lebih lanjut, dalam penelitian ini akan dikembangkan sebuah metode BLOB (*Binary Large Object*) dalam sebuah *Raspberry Pi* serta menggunakan pengolahan citra digital dalam membantu pembuatan metode perhitungan secara otomatis. Hasil dari penelitian ini adalah tingkat akurasi deteksi jenis kendaraan dalam pengujian kecepatan tempuh.

2.4 Kerangka Pikir



Gambar 2.17 Kerangka Pikir
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Tahapan kerangka pemikiran dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Tahap pertama pengguna akan menginputkan nilai kecepatan dengan beberapa tingkat kecepatan tertentu pada komponen potensiometer1, kemudian akan digunakan metode PWM pada *Adjustable PWM Driver Controller Module* untuk mengolah data *input* yang diberikan oleh pengguna.
2. BLDC motor akan dikendalikan oleh perangkat *Adjustable PWM Driver Controller Module* sesuai dengan data olahan yang diterima sebelumnya.
3. TCRT 5000 secara langsung akan membaca kecepatan BLDC motor dan memberikan sinyal masukan kepada *Raspberry Pi*.
4. *Raspberry Pi* akan langsung memproses sinyal masukan yang diterima dari TCRT 5000, hasil pemrosesan *Raspberry Pi* akan langsung dikirim ke perangkat *Module I2C* untuk menerjemahkan bahasa yang telah dikirim.

5. Penerjemahan data telah dilakukan oleh *Module I2C* kemudian akan diberikan kepada perangkat *Display* untuk menampilkan hasil data olahan dari *Raspberry Pi* tentang pengukuran kecepatan RPM yang dihasilkan kepada pengguna.
6. Jika pencahayaan pada *LCD display* kurang terang, maka pengguna bisa mengatur tingkat kecerahan yang ditampilkan oleh *LCD display* pada *potensiometer2*

BAB III METODE PENELITIAN DAN PERANCANGAN ALAT

3.1 Metode Penelitian

3.1.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tabel 3.1 Tabel Kegiatan Penelitian

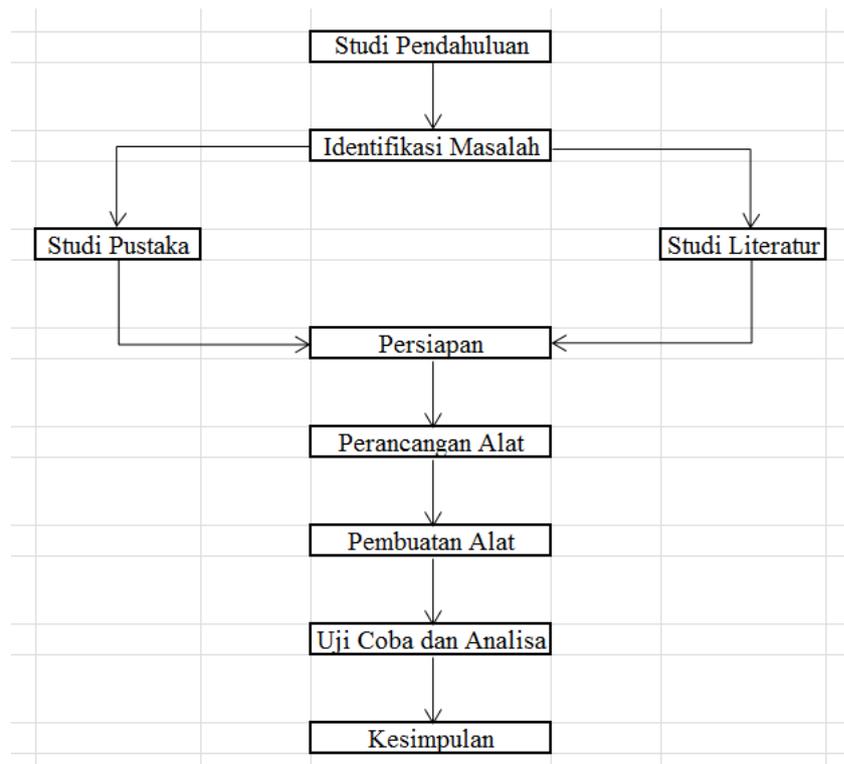
Kegiatan	Waktu Kegiatan																							
	September				Oktober				November				Desember				Januari				Februari			
	Minggu Ke				Minggu Ke				Minggu Ke				Minggu Ke				Minggu Ke				Minggu Ke			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul																								
Penyusunan Bab I																								
Penyusunan Bab II																								
Penyusunan Bab III																								
Penyusunan Bab IV																								
Penyusunan Bab V																								
Revisi Bab I - V																								
Pengumpulan Skripsi																								

Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Tempat dilakukannya sebuah penelitian berada di rumah peneliti, yang beralamatkan perumahan marina central blok D No 7, Tanjung Uncang, Batu Aji, Batam. Alasan dalam pemilihan lokasi penelitian ini karena berkaitan dengan topik penelitian yaitu bertujuan dengan terapan *prototype* dan bersifat non

instansi, sehingga mudah untuk melakukan pengujian alat dan pengamatan terhadap fungsi alat tersebut.

3.1.2 Tahap Penelitian



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Tahapan penelitian digunakan sebagai gambaran alur dari langkah-langkah penelitian yang sedang dilakukan, terdapat beberapa penjelasan dari tahapan penelitian pada gambar 3.1 sebagai berikut :

1. Studi Pendahuluan

Mengumpulkan informasi yang didapatkan dan memperoleh permasalahan yang ditimbulkan dari informasi-informasi tersebut dan berkaitan dengan objek dari sebuah penelitian.

2. Identifikasi Masalah

Mendapatkan permasalahan dari berbagai informasi, kemudian menganalisa permasalahan tersebut untuk dijadikan sebuah inti permasalahan yang akan dibahas pada sebuah penelitian.

3. Studi Pustaka

Sebuah cara untuk mengumpulkan teori dasar mengenai objek yang akan dibahas pada penelitian. Pengumpulan teori berdasarkan dari sumber informasi yang tersedia di berbagai media jurnal penelitian, buku cetak, *e-book*, serta forum *education*.

4. Studi *Literatur*

Pencarian informasi yang akan dibutuhkan dalam mendukung jalannya penelitian, informasi yang dicari berkaitan dengan sistem kontrol sebuah motor dan pengukuran RPM berbasis *Raspberry Pi*

5. Persiapan

Tahapan ini melakukan persiapan berdasarkan teori-teori yang digunakan dalam penelitian, persiapan yang dilakukan berupa perangkat *hardware* maupun perangkat *software*.

6. Perancangan Alat

Tahap awal perancangan sebuah alat merupakan sebuah gambaran mengenai konstruksi *hardware* mekanik, *layout wiring* perangkat elektrik, serta alur diagram sebuah sistem *software* yang akan dijalankan.

7. Pembuatan Alat

Tahap pembuatan berdasarkan perancangan alat yang telah ditetapkan. Konstruksi mekanik merupakan sebuah denah perletakan komponen, *layout wiring* elektrik berdasarkan terminal yang akan digunakan, serta implementasi sistem software untuk mengatur jalannya sebuah sistem kerja yang akan diterapkan.

8. Uji Coba dan Analisa

Metode pengujian digunakan untuk mengetahui hasil dari pembuatan alat yang telah dilakukan, dengan melakukan beberapa test hasil sistem kontrol yang digunakan serta perbandingan pengukuran RPM yang dihasilkan oleh *Raspberry Pi* dengan alat pengukur RPM *tachometer*. Jika pengujian alat belum sesuai dengan harapan maka akan kembali menuju perancangan alat.

9. Kesimpulan

Tahap akhir dari sebuah penelitian adalah kesimpulan yang memberikan informasi akan jawaban dari sebuah permasalahan penelitian.

3.1.3 Peralatan yang Digunakan

Peralatan dan Material yang hendak dipergunakan dalam penelitian ini akan disajikan dalam berbentuk tabel, sebagai berikut :

Tabel 3.2 Tabel Peralatan dan Bahan Penelitian

No	Nama	Gambar	Deskripsi
Peralatan			
1	<i>Card Raider</i>		Peralatan digunakan sebagai media transfer data perantara <i>micro SD</i> dengan piranti lainnya
2	<i>MultiMeter</i>		Peralatan digunakan untuk media pengukuran arus dan tegangan yang didapatkan dari sebuah rangkaian elektronik
3	<i>Laser Tachometer</i>		Peralatan yang akan digunakan untuk uji <i>test</i> terhadap keakuratan dari pengukuran RPM
Material			
4	Flexi Glass		Digunakan sebagai base tegak pada alat penelitian
Komponen Utama			
5	<i>Raspberry Pi 3B+</i>		<i>Raspberry Pi 3B+</i> digunakan sebagai pemrosesan sebuah sistem kendali dari alat penelitian
6	<i>Micro SD Vivan 16GB</i>		<i>Micro SD</i> digunakan sebagai penyimpanan <i>OS Raspbian</i> yang akan digunakan oleh <i>Raspberry Pi 3B+</i>
7	Adapter Variabel		Digunakan sebagai sumber tegangan dari alat penelitian
8	<i>Mini Bread Board</i>		<i>Mini Bread Board</i> akan digunakan sebagai media penghubung jalur antar <i>node</i> komponen lainnya

Tabel 3.2 Tabel Peralatan dan Bahan Penelitian (Lanjutan)

No	Nama	Gambar	Deskripsi
9	<i>Brushless DC Motor</i>		<i>Brushless DC Motor</i> digunakan sebagai media penggerak aktuator dalam sebuah alat penelitian
10	Sensor <i>TCRT5000</i>		Sensor <i>TCRT5000</i> digunakan untuk memantau pergerakan kecepatan <i>Brushless DC Motor</i> pada sebuah alat penelitian
11	<i>Display 16 x 2</i>		Digunakan sebagai pemberi informasi <i>output</i> yang dihasilkan dari alat penelitian
12	<i>Module I2C</i>		Digunakan sebagai penerjemah sinyal output dari <i>Raspberry Pi</i>
13	<i>Adjustable PWM module</i>		Digunakan untuk menstabilkan PWM dan mengatur kecepatan sebuah motor BLDC
Software			
14	OS <i>Raspbian</i>		<i>Operating system</i> yang digunakan untuk menjalankan <i>Raspberry Pi</i>
15	<i>Python</i>		Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat coding di <i>Raspberry Pi</i>
16	<i>Fritzing</i>		Aplikasi yang digunakan untuk menggambarkan rangkaian elektrik
17	<i>Google Sketchup Pro</i>		Aplikasi yang digunakan untuk menggambar desain mekanik
18	<i>Microsoft Visio 2010</i>		Aplikasi yang digunakan untuk menggambar blok diagram pada penelitian

(Sumber : Data Penelitian, 2019)

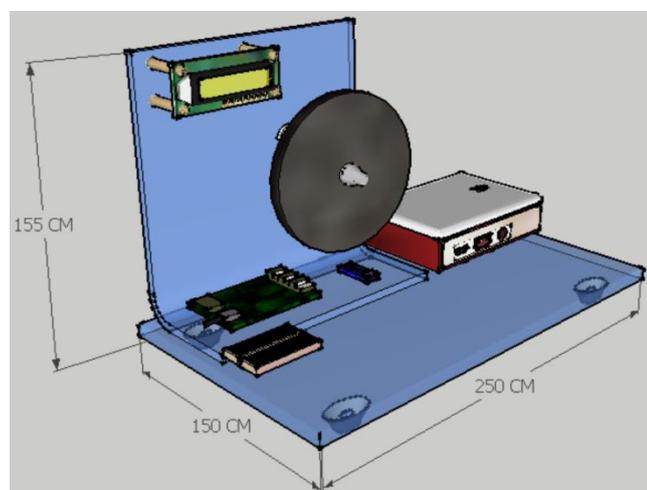
3.2 Perancangan Alat

Perancangan Alat akan dibahas menjadi tiga bagian yaitu perancangan *hardware mechanical*, *hardware electrical* dan perancangan *software*, berikut pembahasan tentang perancangan produk yang akan dilakukan pada penelitian :

3.2.1 Perancangan *Hardware* Mekanik

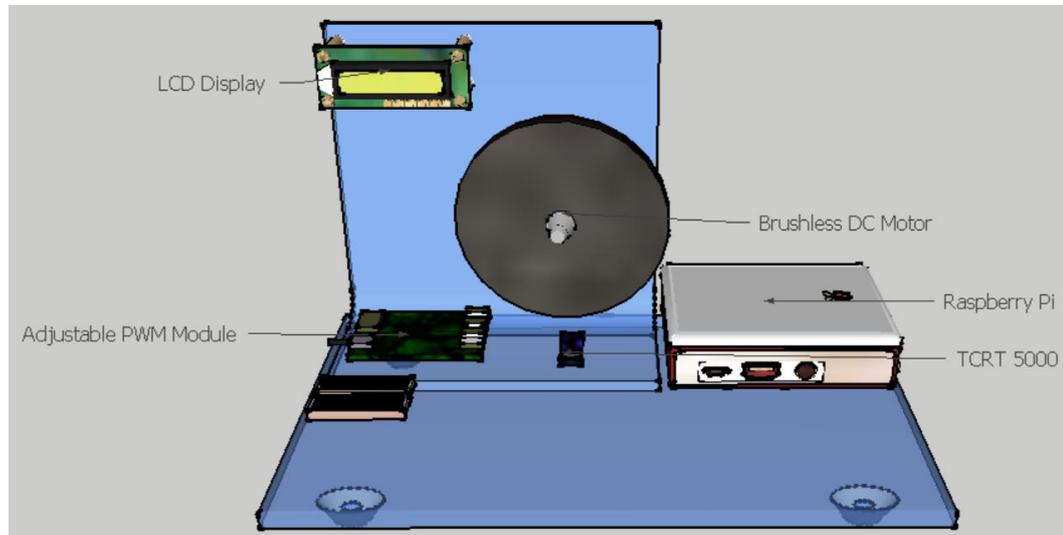
Perancangan perangkat keras bertujuan untuk menggambarkan rancangan dari konstruksi pembuatan bentuk produk dari penelitian, dengan menggunakan aplikasi pendukung *Google Sketchup Pro* untuk membuat ilustrasi rancang bangun dari *mechanical* yang akan di gunakan dalam penelitian ini. Perancangan yang akan dilakukan menggunakan material *flexi glass* ketebalan 5mm sebagai base dari produk penelitian, berikut gambaran *mechanical* dari penelitian :

1. Desain Konstruksi *Mechanical*



Gambar 3.2 *Desaign* Konstruksi *Mechanical*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

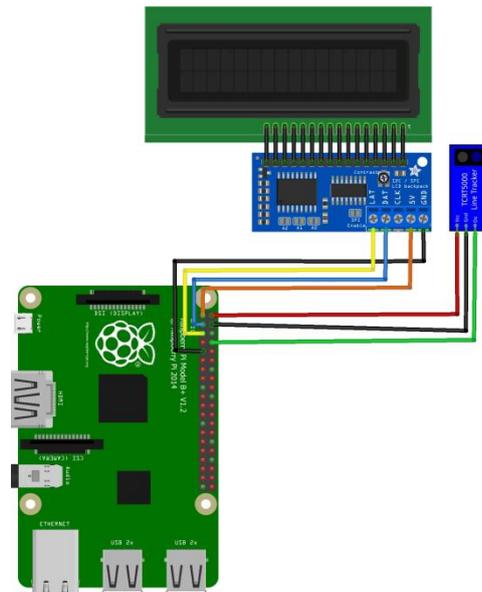
2. *Layout Mechanical Component*



Gambar 3.3 *Desaign Layout Mechanical Component*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

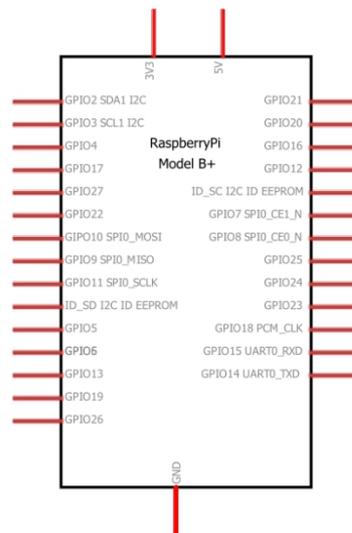
3.2.2 Perancangan *Hardware* Elektrik

Sistem kontrol kecepatan motor serta pengukuran terhadap RPM dalam penelitian ini, menggunakan beberapa komponen elektronika dan memerlukan perancangan *hardware* elektrik agar dapat berfungsi secara optimal. Beberapa komponen elektronika yang akan digunakan seperti *Raspberry Pi 3B+*, *Adjustable PWM Driver*, *Brushless DC Motor*, *TCRT 5000*, *Display*, *I2C Module* dan sebagainya. Pada perancangan *hardware* elektrik dibagi menjadi 2 kelompok yaitu perancangan layout menggunakan *Raspberry Pi* serta perancangan layout tanpa menggunakan *Raspberry Pi*. Hanya perancangan *layout* menggunakan *Raspberry Pi* yang dapat digambarkan pada perancangan elektrik. Berikut gambar perancangan *hardware electronic* dalam penelitian ini :



Gambar 3.4 *Desain Sistem Hardware Electronic*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

1. Raspberry Pi 3B+



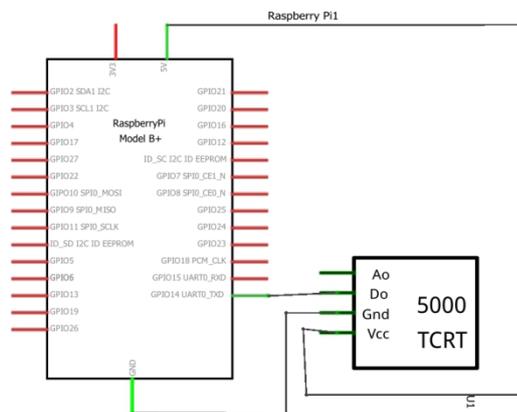
Gambar 3.5 *Schematic Pin Raspberry Pi 3B+*
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Tabel 3.3 Penggunaan Pin *Raspberry Pi 3B+*

Nama I/O	Type	Alokasi Pin <i>Raspberry Pi</i>
<i>TCRT5000</i>	<i>Output</i>	Pin 5V, GND, GPIO.14
<i>I2C</i>	<i>Output</i>	Pin 3.3, GPIO.2, GPIO.4, GND

Sumber : (Data Penelitian, 2019)

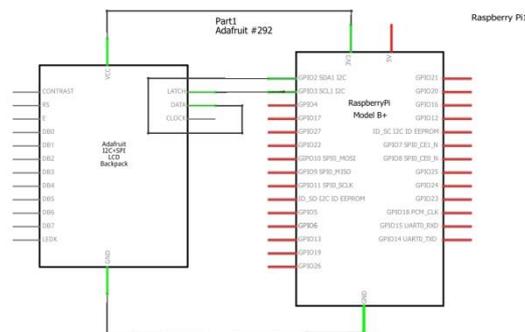
2. Modul TCRT5000



Gambar 3.6 Schematic Modul TCRT5000

Sumber : (Data Penelitian, 2019)

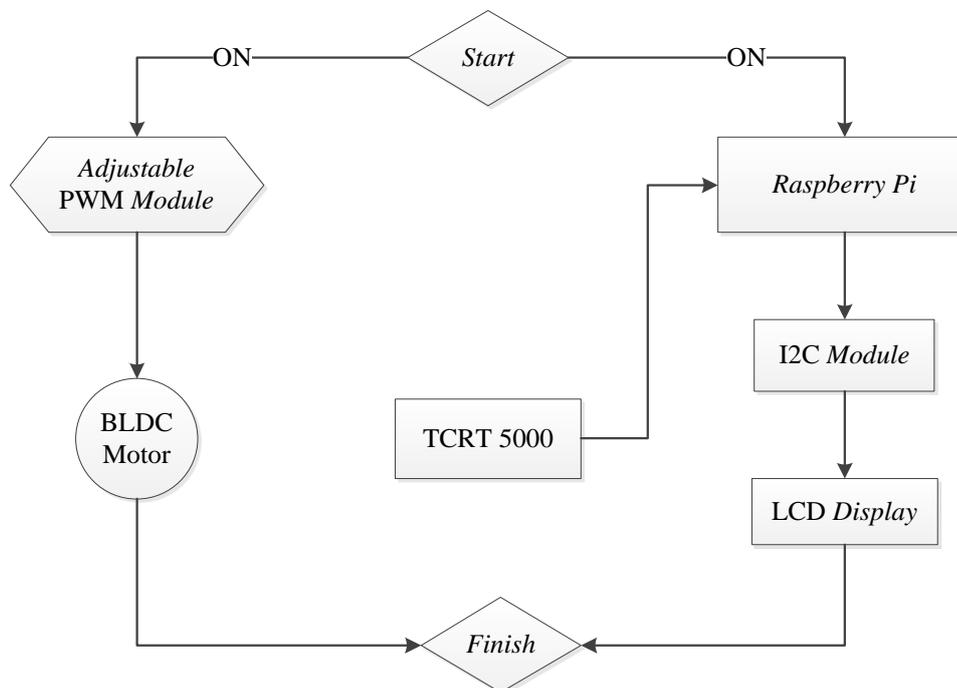
3. Modul I2C



Gambar 3.7 Schematic Modul I2C

Sumber : (Data Penelitian, 2019)

3.2.3 Perancangan *Software*



Gambar 3.8 Diagram Alur Program
Sumber : (Data Penelitian, 2019)

Perancangan perangkat lunak (*software*) bertujuan untuk memonitoring sistem kerja *prototype* yang telah dirancang, *software* yang digunakan pada penelitian ini berupa algoritma program dalam memonitoring sistem kerja motor serta memberikan informasi terhadap kecepatan putaran sebuah motor berupa RPM. Berikut algoritma bahasa pemrograman *Python* pada *Raspberry Pi 3B+* :

1. `GPIO.setmode(GPIO.BCM)` algoritma yang digunakan sebagai pengidentifikasi format pin GPIO pada *Raspberry Pi* yang tertanam berdasarkan format BCM.
2. `GPIO.setup(sensor,GPIO.IN,GPIO.PUD_UP)` algoritma yang digunakan untuk memberikan jenis data *input* yang diterima dari perangkat sensor berupa bilangan logika 1 jika terdapat sinyal yang melewati pada sensor tersebut.

3. `GPIO.add_event_detect(sensor, GPIO.FALLING, callback = calculate_elapsed_time, bouncetime = 20)` algoritma yang digunakan dalam menambahkan beberapa event atau peristiwa tertentu terhadap sebuah sensor, untuk memberikan perintah eksekusi jika terdapat masukan input yang diterima pada sensor.