

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kurangnya ketersediaan mesin pemindah barang akan menghambat produksi dalam kinerja suatu sistem yang membutuhkan proses otomatis. Dalam dunia perindustrian mesin pemindah barang adalah hal mutlak yang sangat diperlukan dalam mendukung kelancaran produksi. Mesin pemindah barang yang populer dikalangan perindustrian adalah *conveyor*. *Belt conveyor* merupakan salah satu alat angkut material yang paling banyak dipakai diindustri kapasitas angkut. *Belt conveyor* bisa berbeda-beda antara satu dengan yang lain tergantung pada jenis material yang diangkut, lebar *belt*, daya motor yang digunakan yang akan mempengaruhi kecepatan angkut *belt* dan jarak pemindahan. Pada pembahasan kali ini penulis akan membahas masalah tentang sistem penggerak gelas berisikan kopi yang akan digerakan untuk mempermudah proses penyajian kopi pada mesin pembuat kopi cepat saji, fungsi dari *belt conveyor* ini adalah untuk menggerakkan gelas pada posisi kran tempat bahan-bahan pembuat kopi diletakan, lebih tepatnya lagi sistem ini akan menyediakan gelas yang akan diproses untuk dimasukan bahan-bahan pembuat minuman kopi hingga tindakan yang akan dilakukan apabila gelas yang telah selesai diproses mengalami penumpukan pada tempat penampungan gelas.

Masalah yang akan diteliti pada pembahasan ini adalah bagaimana menyediakan gelas pada *belt conveyor* untuk siap digerakan menuju posisi kran pada masing masing tempat penampungan bahan pembuat minuman kopi di mesin pembuat kopi cepat saji dengan stabil, selanjutnya adalah menentukan tindakan apa yang akan dilakukan apabila terjadi penumpukan gelas yang telah selesai diproses belum diambil oleh pemesan selama waktu yang telah di tentukan.

Berdasarkan masalah tersebut maka peneliti akan merancang sistem penggerak gelas yang dapat membantu proses kerja mesin pembuat kopi cepat saji agar dapat berjalan dengan efisien dalam menyediakan kopi untuk pemesan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang maka rumusan masalah pada kali ini adalah bagaimana penulis merancang sebuah sistem yang dapat menyediakan gelas pada *belt conveyor* untuk siap digerakan menuju posisi dibawah kran tempat penampungan dari setiap bahan pembuat minuman kopi dengan stabil dan melakukan tindakan apabila terjadi penumpukan gelas pada tempat penampungan gelas yang sudah selesai diproses oleh mesin pembuat kopi cepat saji.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka ruang lingkup dalam penelitian ini, yaitu;

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino MEGA*.
2. *Conveyor* yang digunakan pada penelitian ini hanya miniatur.
3. Jumlah gelas yang dapat digerakan hanya berjumlah 2 buah.
4. Motor untuk penggerak dari sabuk *belt conveyor* menggunakan jenis motor DC 5v.
5. Motor servo SG90 berfungsi sebagai penggerak dari palang untuk mengarahkan gelas ke posisi sesuai antrian.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah membangun alat penggerak gelas pada mesin penyeduh kopi agar gelas dapat bergerak secara otomatis yang mengandalkan motor DC 5v sebagai penggerak *belt conveyor* untuk diproses, serta menentukan tindakan mendorong gelas menuju ke tempat pembuangan yang akan dilakukan apabila gelas berisikan kopi belum diambil oleh pemesan dan mengakibatkan penumpukan gelas dan mengganggu proses selanjutnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Mempermudah para penikmat kopi dalam menyiapkan gelas untuk diproses.
2. Sistem ini dapat memberi pemberitahuan berupa suara *buzzer* bahwa gelas yang berisikan kopi sudah siap untuk diambil.

3. Sistem ini juga dapat mengatasi terjadinya penumpukan gelas pada tempat penampungan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini terbagi dalam beberapa pokok bahasan, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori – teori yang berkaitan dengan Rancang Bangun Alat Penggeser Gelas Otomatis Pada Mesin Pembuat Kopi Cepat Saji.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan apa yang akan digunakan dalam uji coba pembuatan alat, tahapan perancangan dari alat, diagram blok dari alat, dan cara kerja alat tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang implementasi alur, analisis dan pembahasan dari alur yang dirancang.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari pengujian sistem serta saran apakah rangkaian ini dapat digunakan secara tepat dan dikembangkan perakitannya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Pada penelitian ini masih menggunakan studi literatur dari beberapa referensi membahas yang pembahasan didalam penelitiannya masih terkait dengan penelitian kali ini, namun memiliki perbedaan baik dari objek maupun metode yang berbeda. Berikut adalah penelitian yang menjadi refrensi dalam menunjang penelitian ini :

1. (Yuda Yuandithra, Waluyo, Nandang Taryana. Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional, 2016) seperti penelitian yang telah di lakukan tentang “Pengaturan Kecepatan Motor DC pada Konveyor untuk Sistem Pemisah Produk Cacat, Pengepakan dan Penyortiran Barang Dimonitoring Menggunakan SCADA Berbasis Wireless”. Dalam penelitian ini komponen utama menggunakan PLC untuk mengatur kerja alat ini.
2. (Irfan, Nur, Rosi, 2017) penelitian lain berjudul Rancang Bangun Alat Pembuatan Minuman Kopi Otomatis Menggunakan Konveyor. Menggunakan sensor LDR sebagai media pendeteksi keberadaan gelas yang di bawa oleh konveyer yang di proses oleh mikrokontroller Arduino mega 2560 dan motor servo yang berfungsi untuk buka tutup wadah penampungan bahan bahan.
3. (Marella, Harianto, Wibowo, 2015) tentang Rancang Bangun Mesin Pembuat Minuman Kopi Otomatis Berbasis Miktokontroller Dengan Metode Fuzzy. Menggunakan Mikrokontroller AtMega 16, mesin ini juga dilengkapi dengan tombol atau *push button* untuk memudahkan memilih takaran kopi dan gula dengan keinginan user, sehingga user dapat memilih banyaknya takaran kopi dan gula yang diinginkan dalam satu gelas kopi yang di buat.
4. (Kurniawan, Rochmad, Puspita, 2017) tentang Mesin Pembuat Kopi Berbasis Mikrokontroller. Secara garis besar penelitian ini hampir sama denga penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian diatas, namun yang membedakan penelitian ini menggunakan sensor limit switch.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Rancang Bangun

Rancang adalah serangkaian sebuah prosedur untuk memahami atau menerjemahkan sebuah hasil analisis dari suatu sistem kedalam bahasa pemrograman, yang bertujuan untuk mendeskripsikan secara detail bagaimana sekumpulan komponen sistem pada saat diterapkan. Sedangkan pengertian dari bangun atau pembangunan sistem itu sendiri adalah kegiatan menciptakan baru maupun mengganti bahkan memperbaiki sebuah sistem yang telah ada sebelumnya baik keseluruhan atau hanya sebagian saja. (Pressman,2002).

2.2.2 Pengertian Otomatis

Otomasi kata dasarnya adalah otomatis, kata ini berasal dari bahasa Inggris (*Automatic*) yang berarti bekerja sendiri. Dalam KBBI otomasi adalah: Pergantian tenaga manusia dengan tenaga mesin secara otomatis melakukan dan mengatur pekerjaan sehingga tidak memerlukan pengawasan manusia. Sedangkan menurut Corbin otomasi perpustakaan adalah *Human Machine Systems* yaitu sistem yang merupakan gabungan kemampuan manusia dengan mesin (komputer) dalam mengelola perpustakaan, dan menurut Mustofa pengertian otomasi perpustakaan adalah proses pekerjaan perpustakaan untuk mengelola, menyimpan, dan mengakses informasi berbasis komputer.

2.3 Perangkat Keras Yang Digunakan

2.3.1 Sensor *Infrared*

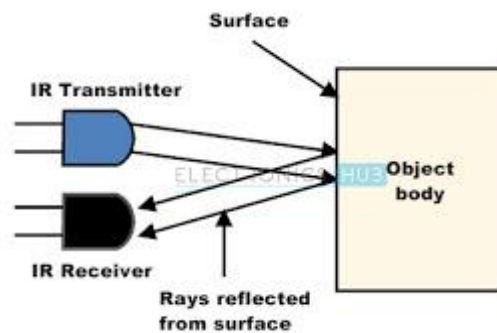
Sensor *infrared* atau sering disebut IR *infrared* adalah salah satu kompoen elektronika yang biasanya digunakan untuk mengidentifikasi cahaya *infrared*. Pada saat ini sensor *infrared* ada yang dibuat secara kusus menjadi sebuah modul yang biasa disebut sebagai IR *Detector Photomodules*. Modul ini merupakan sebuah chip *infrared* digital yang didalamnya ditambahkan fotodiode dan penguat (Amp).



Gambar 2.1 Sensor *Infrared*.

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/infra-red-ir-detektor-sensor-infra-merah>)

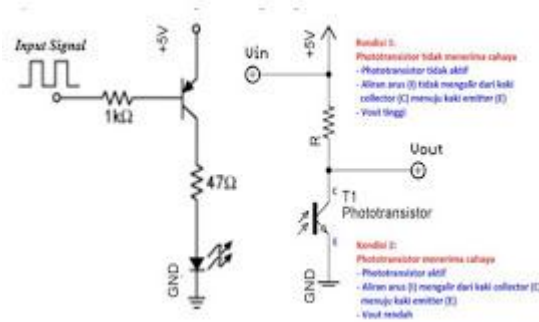
2.3.1.1 Prinsip Kerja Sensor Infrared:



Gambar 2.2 Ilustrasi prinsip kerja sensor infrared

(Sumber: <https://rahmagenitahidayah181014.blogspot.com/p/infrared-sensor.html?m=1>)

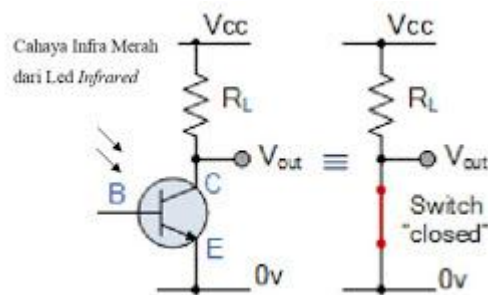
Ketika pemancar IR memancarkan radiasi, ia mencapai objek dan beberapa radiasi memantulkan kembali ke penerima IR. Berdasarkan intensitas penerimaan oleh penerima IR, output dari sensor ditentukan.



Gambar 2.3 Rangkaian dasar sensor infrared common emitter yang menggunakan led infrared dan fototransistor

(Sumber: <https://rahmagenitahidayah181014.blogspot.com/p/infrared-sensor.html?m=1>)

Prinsip kerja rangkaian sensor infrared berdasarkan pada gambar 3. Adalah ketika cahaya infra merah diterima oleh fototransistor maka basis fototransistor akan mengubah energi cahaya infra merah menjadi arus listrik sehingga basis akan berubah seperti saklar (switch closed) atau fototransistor akan aktif (low) secara sesaat seperti gambar 4:



Gambar 2.4 Keadaan Basis Mendapat Cahaya Infra Merah dan Berubah Menjadi Saklar (Switch Close) Secara Sesaat

(Sumber: <https://rahmagenitahidayah181014.blogspot.com/p/infrared-sensor.html?m=1>)

2.3.2 *Push Button*

Push button adalah salah satu jenis saklar tekan yang memiliki fungsi sebagai alat untuk menghubungkan dan memutus arus listrik dari sumber arus ke beban listrik. *Push button* adalah saklar tekan yang berfungsi sebagai pemutus atau penyambung arus listrik dari sumber arus ke beban listrik. *Push button* memiliki beberapa kontak yaitu NC “Normaly Close” dan NO “Normaly Open”.



Gambar 2.5 *Push button*.

Gambar 2.6 <http://listrikduniaterang.blogspot.com/2016/05/pengertian-push-button-dan-prinsip.html>)

2.3.2.1 Prinsip kerja Saklar *Push Button*

Prinsip kerja *Push button* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai start (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor-motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri. *Push button* dibedakan menjadi beberapa tipe:

a. Tipe Normally Open (NO)

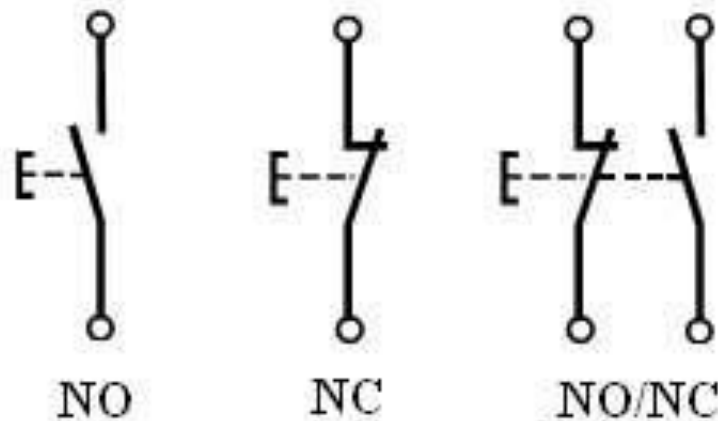
Tombol ini disebut juga dengan tombol start karena kontak akan menutup bila ditekan dan kembali terbuka bila dilepaskan. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir.

b. Tipe Normally Close (NC)

Tombol ini disebut juga dengan tombol stop karena kontak akan membuka bila ditekan dan kembali tertutup bila dilepaskan. Kontak bergerak akan lepas dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.

c. Tipe NC dan NO

Tipe ini kontak memiliki 4 buah terminal baut, sehingga bila tombol tidak ditekan maka sepasang kontak akan NC dan kontak lain akan NO, bila tombol ditekan maka kontak tertutup akan membuka dan kontak yang membuka akan tertutup.



Gambar 2.6 Tipe *Push button*

(Sumber : <https://www.duniapembangkitlistrik.com/2018/04/pengertian-dan-cara-kerja-push-button.html>)

2.3.3 Gearbox Motor DC

Pada penelitian kali ini menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan *gearbox*, kegunaan dari *gearbox* sendiri biasanya menjadi salah satu komponen dari *mobile robot* yang berfungsi sebagai alat penggerak. *Gearbox* terdiri dari beberapa gear yang disusun sesuai dengan kebutuhan dan putaran dari *gearbox* dihasilkan oleh motor DC yang di berikan tegangan sesuai dengan tegangan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan *gearbox* adalah torsi, putaran, shaft motor.

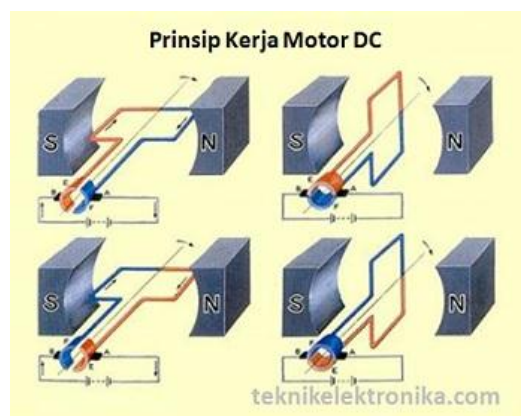


Gambar 2.7 Gearbox Motor DC.

(Sumber <https://tr.aliexpress.com/item/32713853079.html>)

2.3.3.1 Prinsip Kerja Motor DC

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor Listrik DC, yaitu *Stator* dan *Rotor*. *Stator* adalah bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan *Rotor* adalah bagian yang berputar, bagian Rotor ini terdiri dari kumparan Jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa komponen penting yaitu diantaranya adalah *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor), *Field winding* (kumparan medan magnet), *Armature Winding* (Kumparan Jangkar), *Commutator* (Komutator) dan *Brushes* (kuas/sikat arang).



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Motor DC

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2017/07/Prinsip-Kerja-Motor-DC.jpg?x65800>)

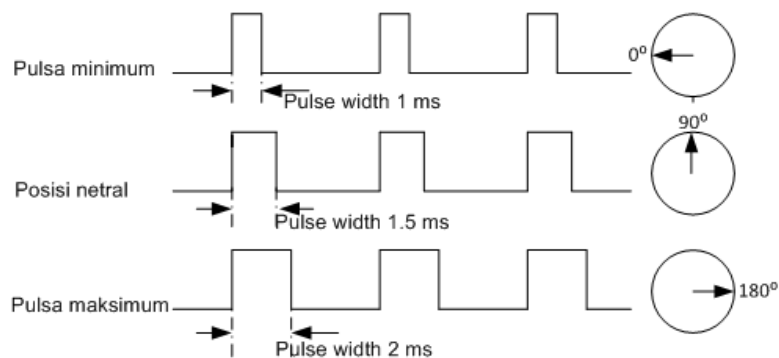
Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti. Untuk menggerakkannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara. Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan.

2.3.4 Motor Servo SG90

Motor servo adalah salah satu perangkat aktuator putar atau motor yang dirancang dengan menggunakan sistem kontrol tertutup, sehingga dapat diprogram atau diatur untuk memilih atau menentukan posisi yang diinginkan. Motor servo pada dasarnya hanyalah motor DC biasa yang ditambahkan gear serta rangkaian kontrol dan ditambah potensiometer. Rangkaian gear yang terdapat pada poros motor DC berfungsi untuk memperlambat putaran dan meningkatkan torsi pada motor servo tersebut, fungsi dari potensiometer yaitu sebagai pengatur batas posisi putaran poros pada motor servo.

2.3.4.1 Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90° . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 2.9 Prinsip Kerja Motor Servo

(Sumber: <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html?m=1>)

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.



Gambar 2.10 Motor Servo SG90.

(Sumber <https://robu.in/product/towerpro-sg90-9gm-1-2kg-180-degree-rotation-servo-motor-good-quality/>)

2.3.5 Buzzer

Buzzer adalah salah satu komponen elektronika yang memiliki fungsi mengubah getaran listrik menjadi suara sebenarnya. Prinsip kerja dari *buzzer* hampir sama dengan pengeras suara, *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang dipasang pada diafragma lalu kumparan tersebut diberikan arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tersebut akan bergerak sesuai dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan tersebut dipasang dekat dengan diafragma maka setiap gerakan pada kumparan tersebut akan menggerakkan diafragma secara bolak balik dan memicu udara bergetar dan menghasilkan suara. Pada dasarnya, prinsip kerja dari buzzer elektronika hampir sama dengan loud speaker dimana buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang secara diafragma. Ketika kumparan tersebut dialiri listrik maka akan menjadi elektromagnet sehingga mengakibatkan kumparan tertarik ke dalam ataupun ke luar tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang secara diafragma maka setiap kumparan akan menggerakkan diafragma tersebut secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

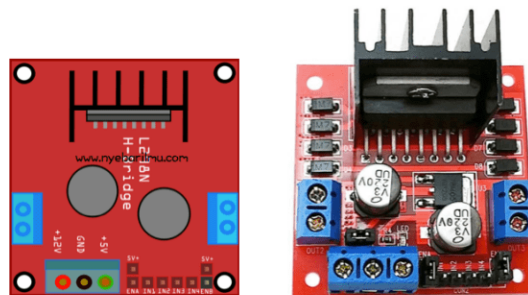


Gambar 2.11 Buzzer.

(Sumber https://sea.banggood.com/5-PCS-Super-Loud-5V-Active-Alarm-Buzzer-Beeper-Tracker-95_5mm-for-Racing-Drone-p-1117207.html?cur_warehouse=CN)

2.3.6 Driver Motor DC L298N

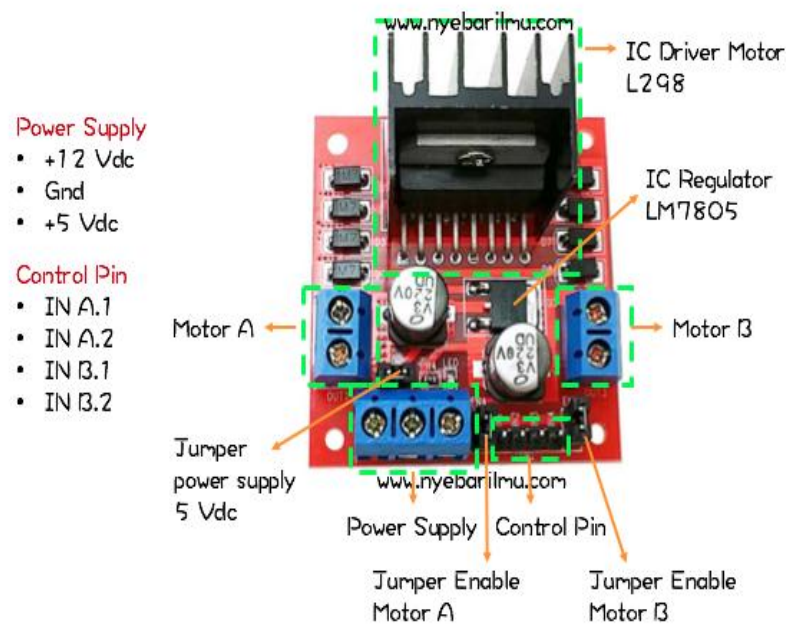
L298N adalah salah satu jenis modul *driver* motor DC yang sering digunakan untuk mengendalikan arah serta mengontrol kecepatan motor DC. L298N merupakan IC tipe H-Bridge yang dapat mengendalikan beban induktif, didalam IC ini terdapat transistor transistor logic atau TTL dengan gerbang logika NAND yang berfungsi untuk menentukan arah putaran motor. Kelebihan dari modul ini adalah tingkat kepresisiannya yang tinggi dalam mengatur gerak motor.



Gambar 2.12 Modul Motor *Driver* L298N

(Sumber <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298n/>)

Motor *driver* ini bekerja untuk menggerakkan maksimal 2 motor DC terpisah atau bisa digunakan untuk 1 motor stepper bipolar 2 fasa, menggunakan masukan logic-level dari Arduino atau jenis kit mikrokontroler yang lain.



Gambar 2.13 Pin out dari driver motor l298N

(Sumber : <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298n>)

Keterangan :

- Enable A : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor A
- Enable B : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor B
- Jumper 5vdc : sebagai mode pemilihan sumber tegangan 5Vdc, jika tidak di jumper maka akan ke mode sumber tegangan 12 Vd
- Control Pin : Sebagai kendali perputaran dan kecepatan motor yang dihubungkan ke Mikrokontroler

2.3.6.1 Prinsip Kerja Motor *Driver* L298N

Prinsip kerja dari motor *driver* L298N dapat ditunjukkan melalui tabel-tabel berikut ini :

Table 2.1 Prinsip kerja motor *Driver* L298N untuk keluaran Motor A

Input Logika		Keluaran Motor
In1	In2	
0	1	Motor A berputar searah jarum jam (CW)
1	0	Motor A berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)
1	1	Motor A tidak berputar
0	0	Motor A tidak berputar

Table 2.2 Prinsip kerja motor *Driver* L298N untuk keluaran motor B

Input Logika		Keluaran Motor
In3	In4	
0	1	Motor B berputar searah jarum jam (CW)
1	0	Motor B berputar berlawanan arah jarum jam (CCW)
1	1	Motor B tidak berputar
0	0	Motor B tidak berputar

Spesifikasi yang dimiliki modul ini:

1. Double H-bridge Drive Chip berupa L298N
2. Logical voltage: 5V Drive voltage: 5V-35V
3. Logical current: 0-36mA Drive current: 2A
4. Max power: 25W
5. Dimensi: 43 x 43 x 26mm
6. Berat: 26g

2.3.7 Mikrokontroller

Mikrocontroller adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program pada umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari *Mikrokontroller* ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board *Mikrokontroller* menjadi sangat ringkas. (Arduino, 2016).

2.3.7.1 Arduino Mega

Arduino adalah sistem punarupa elektronika (*electronic prototyping platform*) berbasis *open-source* yang fleksibel dan mudah digunakan baik dari sisi perangkat keras/*hardware* maupun perangkat lunak/*Software*. Diluar itu, kekuatan utama *arduino* adalah jumlah pemakai yang sangat banyak sehingga tersedia pustaka kode program (*code library*) maupun modul pendukung (*hardwaresupport modules*) dalam jumlah yang sangat banyak. Hal ini memudahkan para pemula untuk mengenal dunia mikrokontroler.

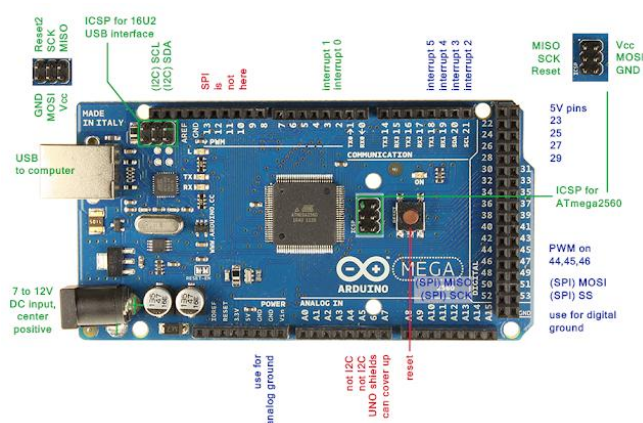
Arduino sebagai sebuah platform komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board input output* sederhana, yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *Software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi.

Kelebihan *arduino* dari *platform hardware* mikrokontroller lain adalah:

1. IDE *Arduino* merupakan *multiplatform*, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti *Windows*, *Macintosh* dan *Linux*.
2. IDE *Arduino* dibuat berdasarkan pada IDE *Processing* sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman *Arduino* menggunakan kabel yang terhubung dengan *port USB* bukan *port serial*. Fitur ini berguna karena banyak komputer sekarang ini tidak memiliki *port serial*.

4. Arduino adalah *hardware* dan *Software open source*, pembaca bisa mendownload *Software* dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino.
5. Biaya *hardware* cukup murah, sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan.
6. Proyek arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga bagi pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.
7. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi terutama oleh *programmer* pemula. (Sumber: Artanto,2012:2)

Arduino Mega 2560 adalah sebuah *Board* Arduino yang menggunakan *ic* Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 *digital Input / Output*, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai *output PWM*, 16 buah *analog Input*, 4 *UART*. Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16. Mhz Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan *power* dari *USB* ke *PC /Laptop* atau melalui *Jack DC* pakai adaptor 7-12 V DC. (Sumber: <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>)



Gambar 2.14 Arduino Mega

(Sumber : <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560>)

Pin digital Arduino Mega2560 terdiri 54 Pin yang dapat di gunakan sebagai *Input* atau *Output* dan 16 Pin Analog berlabel A0 sampai A15 sebagai ADC, setiap *Pin*

Analog memiliki resolusi sebesar 10 bit. Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan pin dengan fungsi khusus, sebagai berikut :

1. Serial 4 buah : *Port Serial* : Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX) ;Port Serial 1 : Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); Port Serial 2 : Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); Port Serial 3 : Pin 15 (RX) dan Pin 14 (TX).Pin Rx di gunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL
2. External Interrupts 6 buah : Pin 2 (Interrupt 0),Pin 3 (Interrupt 1), Pin 18 (Interrupt 5), Pin 19 (Interrupt 4), Pin 20 (Interrupt 3) dan Pin 21 (Interrupt 2)
3. PWM 15 buah : 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45,46 pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai Output PWM 8 bit
4. SPI : Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS) ,Di gunakan untuk komunikasi SPI menggunakan SPI Library.
5. I2C : Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL) , Komunikasi I2C menggunakan wire library.
6. LED : 13. Buit-in LED terhubung dengan Pin Digital 13.

Table 2.3 Spesifikasi Arduino Mega

Mikrokontroller	ATmega2560
Tegangan Pengoprasian	5 V
Teggangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	54pin digital (15 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	16pin
Arus DC tiap pin I/O	20Ma
Arus DC untuk pin 3,3 V	50Ma
Flash	256 KB dimana 8 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

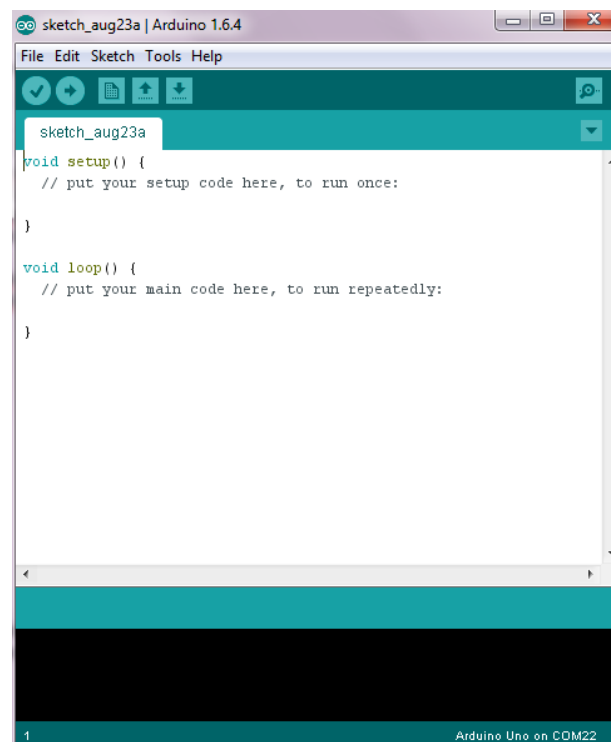
(Sumber : <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>)

2.4 Perangkat Lunak Yang Digunakan

Pengertian perangkat lunak atau biasa disebut *Software* adalah sekumpulan data elektronik yang sengaja disimpan dan diatur oleh komputer berupa program ataupun instruksi yang akan menjalankan sebuah perintah. Perangkat lunak atau *Software* disebut juga sebagai penerjemah perintah-perintah yang dijalankan oleh user untuk diteruskan dan diproses oleh perangkat keras (hardware). Dengan adanya perangkat lunak inilah sebuah sistem mampu menjalankan perintah.

2.4.1 *Software* IDE Arduino

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *Software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment* (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau *sketsa* program untuk papan *Arduino*. IDE arduino merupakan *Software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan *java*.



Gambar 2.15 Tampilan *Software* Arduino IDE.

(Sumber : <https://kelasrobot.com/mulai-install-dan-jalankan-arduino-yuk/>)

Pada *Software* Arduino IDE terdiri dari :

1. Editor Program

Sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

2. *Compiler*

Berfungsi untuk kompilasi *sketch* tanpa unggah ke *board* bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode *sintaks sketch*. Sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode *biner* bagaimana pun sebuah mikro kontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*.

3. *Uploader*

Berfungsi untuk mengunggah hasil kompilasi *sketch* ke *board* target. Pesan *error* akan terlihat jika *board* belum terpasang atau alamat *port COM* belum terkonfigurasi dengan benar. Sebuah modul yang memuat kode *biner* dari komputer kedalam *memory* didalam papan *arduino*.

4. *New*

Berfungsi untuk membuat *sketch* atau sebuah program baru.

5. *Open*

Berfungsi untuk membuka daftar *sketch* pada *sketchbook* *arduino*.

6. *Save*

Berfungsi untuk menyimpan kode *sketch* pada *sketchbook*.

7. Serial Monitor

Berfungsi untuk menampilkan data serial yang dikirim dari *arduino board*.

8. *File*

Pada menu *file* terdapat beberapa menu yaitu :

- **New**, berfungsi untuk membuat membuat sketch baru dengan bare minimum yang terdiri void setup() dan void loop().
- **Open**, berfungsi membuka sketch yang pernah dibuat di dalam drive.
- **Open Recent**, merupakan menu yang berfungsi mempersingkat waktu pembukaan file atau sketch yang baru-baru ini sudah dibuat.
- **Sketchbook**, berfungsi menunjukan hirarki *sketch* yang kamu buat termasuk struktur foldernya.
- **Example**, berisi contoh-contoh pemrograman yang disediakan pengembang Arduino, sehingga kamu dapat mempelajari program-program dari contoh yang diberikan.
- **Close**, berfungsi menutup jendela Arduino IDE dan menghentikan aplikasi.
- **Save**, berfungsi menyimpan *sketch* yang dibuat atau perubahan yang dilakukan pada *sketch*
- **Save as...**, berfungsi menyimpan *sketch* yang sedang dikerjakan atau *sketch* yang sudah disimpan dengan nama yang berbeda.
- **Page Setup**, berfungsi mengatur tampilan page pada proses pencetakan.
- **Print**, berfungsi mengirimkan file sketch ke mesin cetak untuk dicetak.
- **Preferences**, disini kam dapat merubah tampilan *interface* IDE Arduino.
- **Quit**, berfungsi menutup semua jendela Arduino IDE. *Sketch* yang masih terbuka pada saat tombol *Quit* ditekan, secara otomatis akan terbuka pada saat Arduino IDE dijalankan.

9. Edit

- **Undo/Redo**, berfungsi untuk mengembalikan perubahan yang sudah dilakukan pada *Sketch* beberapa langkah mundur dengan *Undo* atau maju dengan *Redo*.
- **Cut**, berfungsi untuk *remove* teks yang terpilih pada editor dan menempatkan teks tersebut pada *clipboard*.
- **Copy**, berfungsi menduplikasi teks yang terpilih kedalam editor dan menempatkan teks tersebut pada *clipboard*.

- **Copy for Forum**, berfungsi melakukan *copy* kode dari editor dan melakukan *formatting* agar sesuai untuk ditampilkan dalam forum, sehingga kode tersebut bisa digunakan sebagai bahan diskusi dalam forum.
- **Copy as HTML**, berfungsi menduplikasi teks yang terpilih kedalam editor dan menempatkan teks tersebut pada *clipboard* dalam bentuk atau format HTML. Biasanya ini digunakan agar code dapat diembedddkan pada halaman web.
- **Paste**, berfungsi menyalin data yang terdapat pada *clipboard*, kedalam editor.
- **Select All**, berfungsi untk melakukan pemilihan teks atau kode dalam halaman editor.
- **Comment/Uncomment**, berfungsi memberikan atau menghilangkan tanda // pada kode atau teks, dimana tanda tersebut menjadikan suatu baris kode sebagai komen dan tidak disertakan pada tahap kompilasi.
- **Increase/Decrease Indent**, berfungsi untuk mengurangi atau menambahkan indentntasi pada baris kode tertentu. Indentasi adalah “tab”.
- **Find**, berfungsi memanggil jendela window *find and replace*, dimana kamu dapat menggunakannya untuk menemukan variabel atau kata tertentu dalam program atau menemukan serta menggantikan kata tersebut dengan kata lain.
- **Find Next**, berfungsi menemukan kata setelahnya dari kata pertama yang berhasil ditemukan.
- **Find Previous**, berfungsi menemukan kata sebelumnya dari kata pertama yang berhasil ditemukan.

10. Sketch

- **Verify/Compile**, berfungsi untuk mengecek apakah *sketch* yang kamu buat ada kekeliruan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang kamu buat akan dikompile kedalam bahasa mesin.
- **Upload**, berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke Arduino Board.
- **Uplad Using Programmer**, menu ini berfungsi untuk menuliskan *bootloader* kedalam IC Mikrokontroler Arduino. Pada kasus ini kamu membutuhkan perangkat tambahan seperti *USBAsp* untuk menjembatani penulisan program *bootloader* ke IC Mikrokontroler.

- **Export Compiled Binary**, berfungsi untuk menyimpan file dengan ekstensi **.hex**, dimana file ini dapat disimpan sebagai arsip untuk di upload ke board lain menggunakan tools yang berbeda.
- **Show Sketch Folder**, berfungsi membuka folder *sketch* yang saat ini dikerjakan.
- **Include Library**, berfungsi menambahkan library/pustaka kedalam *sketch* yang dibuat dengan menyertakan sintaks `#include` di awal kode. Selain itu kamu juga bisa menambahkan library eksternal dari file **.zip** kedalam Arduino IDE.
- **Add File....**, berfungsi untuk menambahkan file kedalam *sketch* arduino (file akan dikopikan dari drive asal). File akan muncul sebagai tab baru dalam jendela *sketch*.

11. Tools

- **Auto Format**, berfungsi melakukan pengatran format kode pada jendela editor
- **Archive Sketch**, berfungsi menyimpan *sketch* kedalam file **.zip**
- **Fix Encoding & Reload**, berfungsi memperbaiki kemungkinan perbedaan antara pengkodean peta karakter editor dan peta karakter sistem operasi yang lain.
- **Serial Monitor**, berfungsi membuka jendela serial monitor untuk melihat pertukaran data.
- **Board**, berfungsi memilih dan melakukan konfigurasi board yang digunakan.
- **Port**, memilih port sebagai kanal komunikasi antara *Software* dengan hardware.
- **Programmer**, menu ini digunakan ketika kamu hendak melakukan pemrograman chip mikrokontroler tanpa menggunakan koneksi Onboard USB-Serial. Biasanya digunakan pada proses *burning bootloader*.
- **Burn Bootloader**, mengizinkan kamu untuk mengkopikan program bootloader kedalam IC mikrokontroler.

12. Help

Menu help berisikan file-file dokumentasi yang berkaitan dengan masalah yang sering muncul, serta penyelesaiannya. Selain itu pada menu help juga diberikan link untuk menuju Arduino Forum guna menanyakan serta mendiskusikan berbagai masalah yang ditemukan.

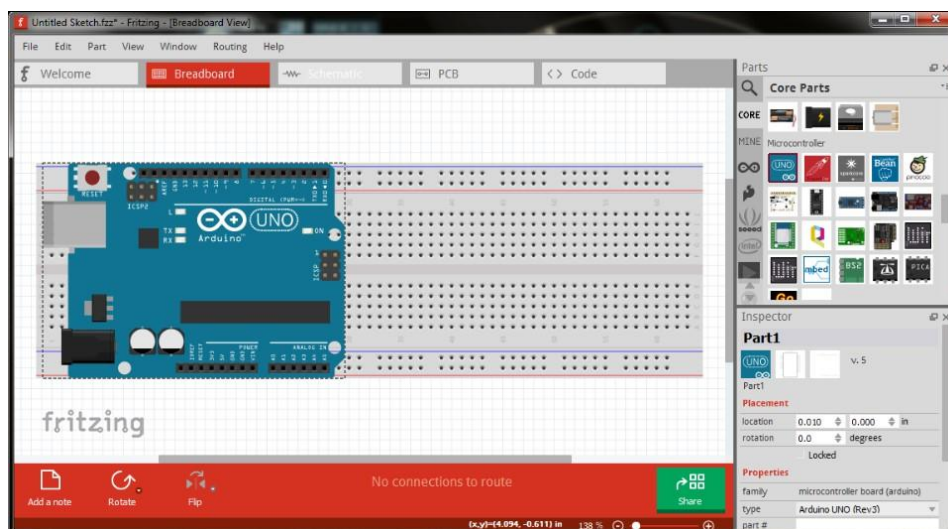
(Sumber : <https://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-Software-ide/>)

2.4.2 Fritzing

Fritzing adalah *Software* gratis yang digunakan oleh desainer, dan para penghoby elektronika untuk perancangan berbagai peralatan elektronika. Biasanya sebelum menggunakan program *fritzing* mereka akan membuat sebuah *prototype* dengan menggunakan komponen elektronika yang sebenarnya. Tampilan *Software*nya seperti berikut:



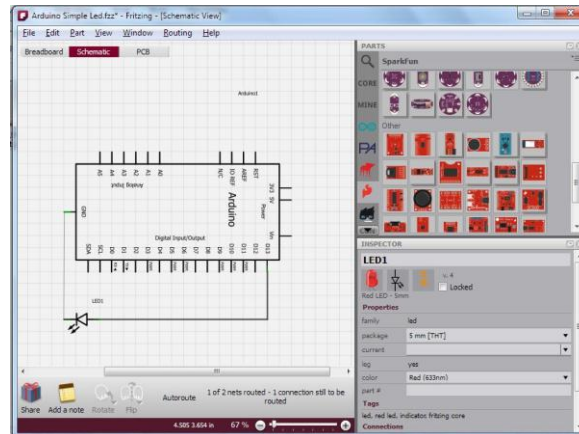
Gambar 2.16 Tampilan *Software* Fritzing Beta.



Gambar 2.17 Tampilan menu Breadboard pada *Software* Fritzing Beta

Prototype ini dibuat di atas papan *breadboard* sehingga jika terjadi kesalahan mudah diperbaiki. Selain itu juga bisanya dihubungkan dengan arduino jika *prototype* tersebut memerlukan program tambahan. Setelah *prototype* jadi dan tidak terdapat kesalahan maka dibuat rancangan dengan program. Cara penggunaan program *fritzing* juga sangat mudah. Kita hanya tinggal meniru

prototype yang sudah dibuat pada *Softwarefritzing*. *Drag and drop* komponen yang disediakan pada *Softwarefritzing* pada area kerja. Komponen yang disediakan pun lumayan lengkap, dari komponen dasar seperti resistor dan kapasitor sampai komponen yang lebih kompleks misalnya *ic* dan berbagai *mikrokontroller*.(Sumber: <http://starobo.blogspot.com/2013/04/fritzing.html>).



Gambar 2.18 Tampilan menu Schematic pada *Software Fritzing Beta*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat Dan Bahan

3.1.1 Alat

Berikut ini adalah beberapa alat-alat untuk mendukung pembuatan, meliputi jenis pengoperasi sistem, perangkat keras, perangkat lunak, dan alat praktikum yang digunakan untuk membangun sebuah penelitian ini.

Table 3.1 Alat

NO	Alat	Jenis / Spesifikasi	Jumlah
1	Mikrokontroller	Arduino MEGA	1 Unit
2	Motor DC Gearbox	Motor DC 5V	2 Unit
3	Motor Elektrik	Motor Servo MG995R	7 Unit
4	Relay	Modul relay 5 Volt	1 Unit
5	Sensor <i>Infrared</i>	Modul IR	3 Unit
6	<i>Driver</i> motor DC	L298N	1 Unit
7	<i>Buzzer</i>	<i>Buzzer</i> 3 - 12 V	1 Unit
8	<i>Software</i>	<i>Software</i> IDE Arduino	1 Unit
9	Kabel	Jumper	50 Unit
10	Obeng	Obeng Min&Plus	1 Unit
11	Solder	Solder & Timah	1 Set
12	Komputer	Intel Celeron 1,40 GHz,	1 Unit
13	Amplas	Ampas Gulungan	7 Meter

3.1.2 Bahan

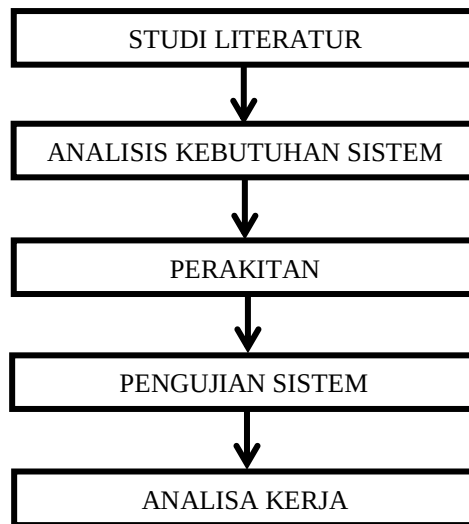
Berikut ini adalah beberapa bahan untuk mendukung pembuatan yang digunakan untuk membangun sebuah penelitian ini.

Table 3.2 Bahan

NO	Bahan	Jenis / Spesifikasi	Jumlah
1	Gelas	Gelas Cup	3 Buah

3.2 Tahapan Penelitian

Bab ini akan menjelaskan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dalam desain Rancang Bangun Alat Penggeser Gelas Otomatis Pada Mesin Pembuat Kopi Cepat Saji. Alur penelitian yang digunakan seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Blok Diagram Tahapan Penelitian

3.3 Penjelasan Alur Penelitian

1. Studi Literatur

Mencari referensi dari berbagai sumber seperti halaman situs, jurnal, buku, dan lain sebagainya yang terkait dengan hasil penelitian yang akan dilakukan guna menambah pengetahuan peneliti dan informasi yang dapat digunakan untuk membantu proses pelaksanaan penelitian “Rancang Bangun Alat Penggeser Gelas Otomatis Pada Mesin Pembuat Kopi Cepat Saji”.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Semua kebutuhan yang akan digunakan dalam membuat Rancang Bangun Alat Penggeser Gelas Otomatis Pada Mesin Pembuat Kopi Cepat Saji ini dilakukan

proses analisis kebutuhan sistem yang bertujuan agar semua kebutuhan yang akan dipakai nantinya sesuai dengan hasil yang akan dibuat

3. Perakitan

Dengan kebutuhan yang telah dianalisis, mulai ke tahap perakitan pada tahap ini semua perancangan yang telah dibuat kemudian akan dirakit dan coding yang telah dibuat di-*compile* ke dalam sistem yang utuh dengan sumber tegangan, sensor, dan mikrokontrolernya.

4. Pengujian Sistem

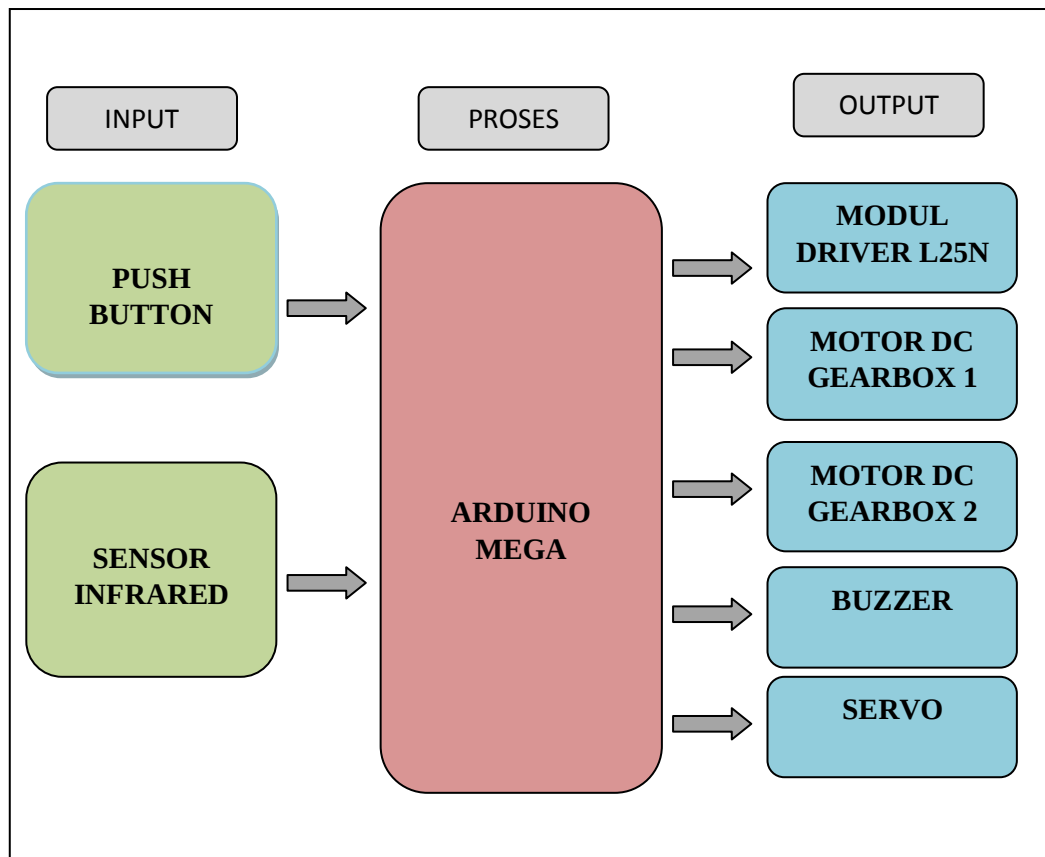
Setelah perakitan selesai, penulis akan melakukan pengujian sistem untuk menguji apakah sistem yang akan dirancang berjalan dengan baik dan sesuai tujuan awal sistem, serta untuk menetapkan hasil dan menemukan kesalahan-kesalahan yang mengganggu sistem untuk mencapai tujuan penelitian.

5. Analisa Kerja

Untuk analisa kerja, adalah serangkaian kegiatan yang harus dilakukan ketika ada sebuah penelitian, sebab dari hasil ujicoba akan terlihat kelebihan dan kekurangan alat tersebut serta alat tersebut dapat digunakan atau tidak hanya bisa dibuktikan ketika ujicoba, setelah tahap ujicoba selesai peneliti akan menganalisa hal-hal yang berkaitan dengan penelitian yang ia lakukan sebagai hasil akhir.

3.4 Analisa Perancangan Sistem

Perancangan penelitian merupakan suatu hal yang wajib dilakukan untuk mempermudah proses implementasi alat **“RANCANG BANGUN ALAT PENGGESER GLAS OTOMATIS PADA MESIN PEMBUAT KOPI CEPAT SAJI”**, akan digambarkan pada blok diagram.



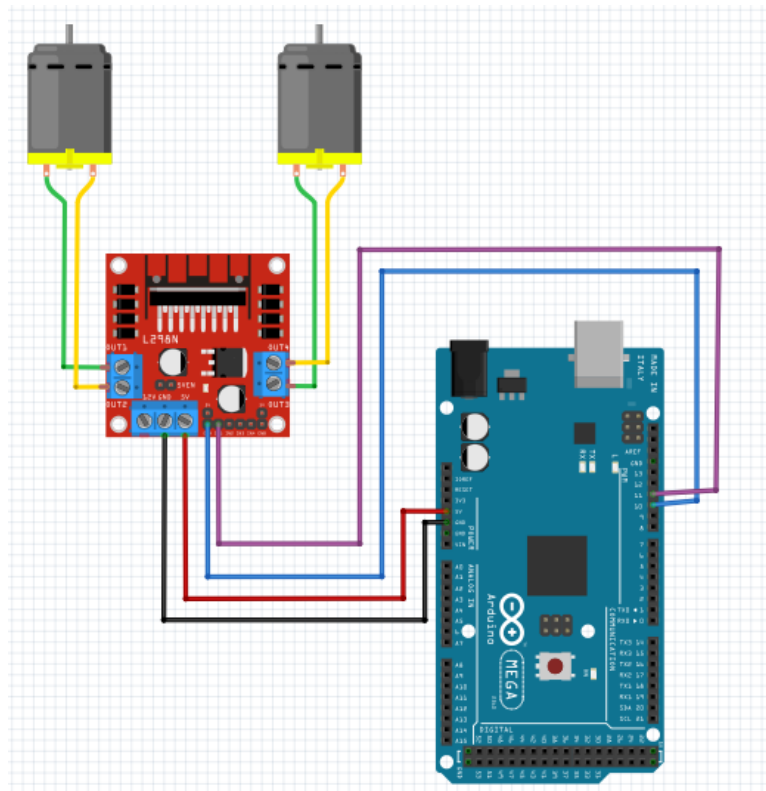
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem.

Dari gambar 3.2 blok diagram sistem dapat diketahui sistem kerja dari alat ini menggunakan beberapa komponen elektronika yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu input, proses, dan output. Komponen input terdiri dari *push button* yang berfungsi sebagai inputan untuk memberikan jumlah nilai pemesanan pada mesin penyaji kopi dan menyiapkan gelas yang akan digunakan, sensor *infrared* berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan gelas dan memicu perhitungan waktu pada tiap *slot* penampungan. Mikrokontroler berfungsi sebagai pemroses data yang diberikan dari bagian input, motor DC *gearbox* berfungsi untuk penggerak sabuk *belt conveyor*, motor servo berfungsi sebagai penggerak palang untuk setiap bagiannya masing-masing, *buzzer* berfungsi sebagai notifikasi.

3.5 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan menjadi bagian yang sangat penting dilakukan dalam pembuatan suatu alat karena dengan merancang terlebih dahulu komponen yang tepat akan mengurangi pengeluaran biaya berlebih. Untuk menghindari kerusakan komponen perlu dipahami karakteristik dari komponen-komponen tersebut.

3.5.1 Rangkaian motor DC dan modul L298N



Gambar 3.3 Rangkaian motor DC dan modul L298N.

Keterangan :

Gambar rangkaian diatas merupakan skema dari rangkaian motor DC dan modul L298N yang terhubung dengan mikrokontroler fungsi dari rangkaian ini adalah untuk mengatur putaran dari motor DC yang di kombinasikan dengan gearbox.

1. Kaki dari GND modul L298N terhubung dengan GND arduino.
2. Kaki 5v dari modul L298N terhubung dengan 5v arduino.

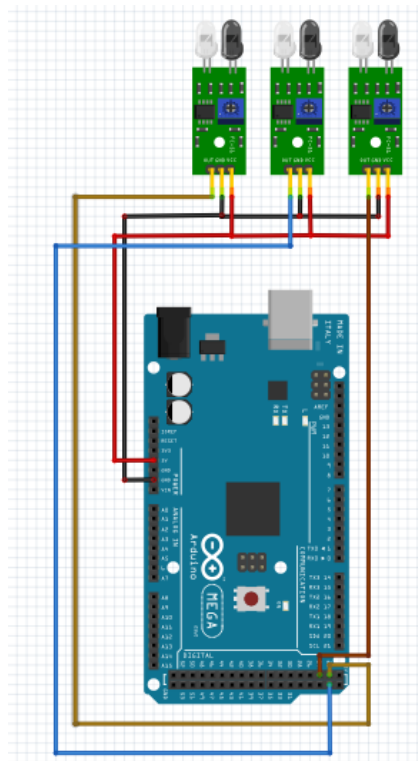
3. Kaki en terhubung dengan pin 10 arduino.
4. Kaki in1 terhubung dengan pin 11 arduino.
5. Kaki motor DC 1 terhubung dengan pin out 1 dan 2 modul L298n.

Berikut potongan program

```
const int potis=A0; //program atur PWM motor
const int en=10;    //program untuk motor DC
const int in1=11;
const int in2=12;
```

Gambar 3.4 program motor DC.

3.5.2 Rangkaian Sensor *Infrared*



Gambar 3.5 Rangkaian sensor *infrared*.

Keterangan :

Diatas adalah skema rangkaian sensor *Infrared* yang memiliki fungsi sebagai pendeteksi keberadaan gelas dan pemicu untuk perhitungan waktu mundur yang terdapat pada tempat penampungan pada alat ini.

1. Vcc pada sensor *Infrared* terhubung dengan pin 5v di mikrokontroler arduino.
2. GND pada pin *infrared* terhubung dengan pin GND mikrokontroler arduino.
3. Pin OUT sensor *infrared* 1 terhubung dengan pin 22 arduino.
Pin OUT sensor *infrared* 1 terhubung dengan pin 23 arduino.
4. Pin OUT sensor *infrared* 1 terhubung dengan pin 24 arduino.

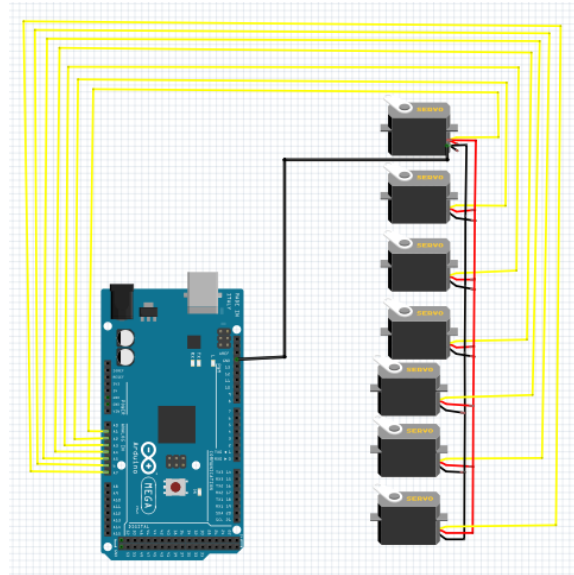
Berikut potongan program

```
const int irSend1=22;//program untuk IR modul
const int irSend2=23;
const int irSend3=24;
const int irSend4=28;
const int pompa = 25;
const int hiter = 26;

int irPin1=HIGH;//program untuk IR modul
int irPin2=HIGH;
int irPin3=HIGH;
int irPin4=HIGH;
int baca=0;
```

Gambar 3.6 program sensor *infrared*.

3.5.3 Rangkaian Motor Servo



Gambar 3.7 rangkaian motor servo.

Keterangan :

Gambar 3.7 adalah skema rangkaian Motor Servo yang memiliki fungsi sebagai penggerak palang untuk mengarahkan gelas.

1. Setiap kaki dari pin GND motor servo di hubungkan.
2. Setiap pin VCC dari motor servo di hubungkan.
3. Pin out dari servo 1 terhubung ke pin A1 arduino.
4. Pin out dari servo 2 terhubung ke pin A2 arduino.
5. Pin out dari servo 3 terhubung ke pin A3 arduino.
6. Pin out dari servo 4 terhubung ke pin A4 arduino.
7. Pin out dari servo 5 terhubung ke pin A5 arduino.
8. Pin out dari servo 6 terhubung ke pin A6 arduino.
9. Pin out dari servo 7 terhubung ke pin A7 arduino.

Berikut potongan program

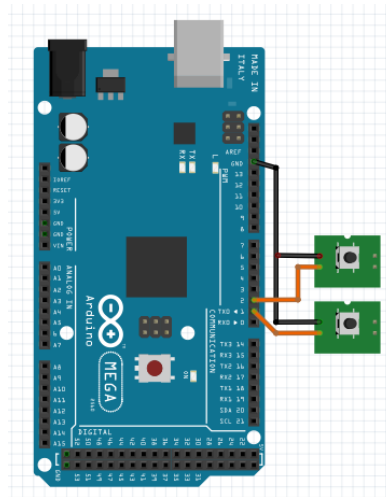
```

//inisialisasi pin servo dan posisi awal servo
servo1.attach(A1); //pin servo 1 berada pada pin A1 Arduino
servo2.attach(A2); //pin servo 2 berada pada pin A2 Arduino
servo3.attach(A3); //pin servo 3 berada pada pin A3 Arduino
servo4.attach(A4); //pin servo 4 berada pada pin A4 Arduino
servo5.attach(A5); //pin servo 5 berada pada pin A5 Arduino
servo6.attach(A6); //pin servo 6 berada pada pin A6 Arduino
servo7.attach(A7); //pin servo 7 berada pada pin A7 Arduino
servo8.attach(A8); //pin servo 8 berada pada pin A8 Arduino
servo9.attach(A9); //pin servo 9 berada pada pin A9 Arduino
servo1.write(75); servo2.write(75); servo3.write(75); servo4.write(0); servo5.write(0); servo6.write(0); servo7.write(0); servo8.write(0); servo9.write(0);
delay(500); // tunda 500 milidetik
}

```

Gambar 3.8 program motor servo.

3.5.4 Rangkaian *Push Button*



Gambar 3.9 rangkaian *push button*.

Keterangan :

Gambar 3.9 adalah rangkaian *push button* berfungsi sebagai input komunikasi pada alat ini untuk memulai proses.

1. Pin vin pada *push button* 1 terhubung dengan pin 1 arduino.
2. Pin vin pada *push button* 2 terhubung dengan pin 2 arduino.
3. Pin vout pada *Push button*1 terhubung pada pin GND di arduino.
4. Pin vout pada *Push button* 2 terhubung pada pin GND di arduino.

Berikut potongan program

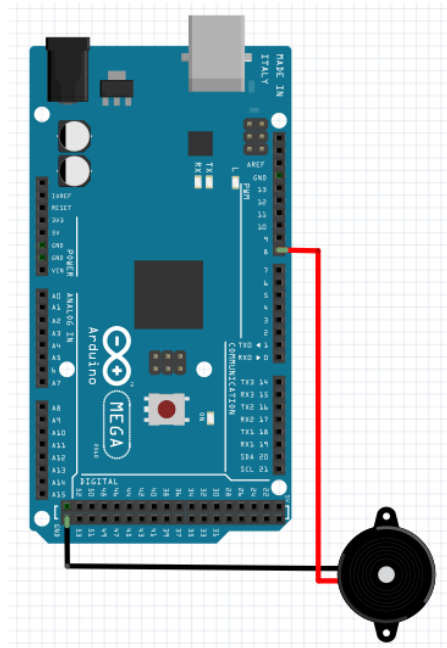
```

const int pinButton = 2; //program untuk button1
const int pinButton1 = 3; //program untuk button2

```

Gambar 3.10 program *push button*.

3.5.5 Rangkaian *buzzer*



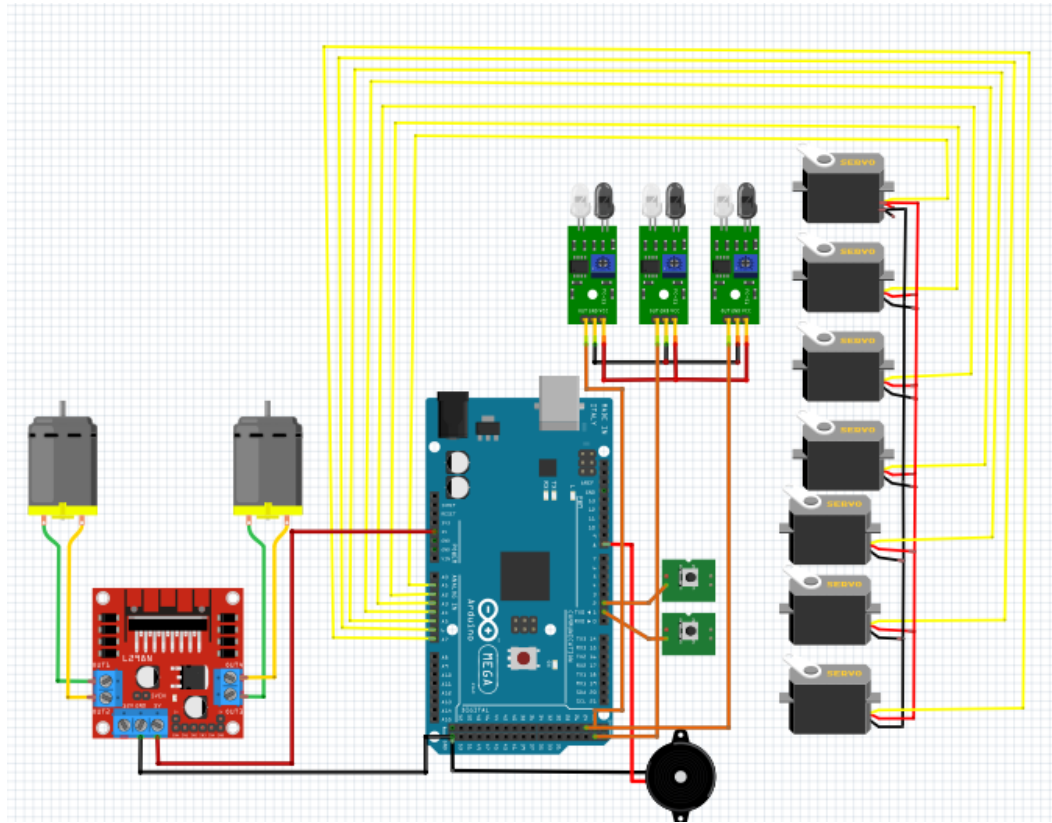
Gambar 3.11 rangkaian *buzzer*.

Buzzer pada rangkaian alat ini berfungsi sebagai pemberi notifikasi akan sebuah kondisi yang terjadi pada alat ini suara yang akan di hasilkan pun akan berbeda tergantung pada setiap kondisi yang terjadi. *Buzzer* pada rangkain ini berfungsi sebagai pemberi notifikasi apabila proses akan di mulai dan akan terjadi tindakan pembuangan gelas yang telah melewati batas waktu tunggu.

Keterangan

1. Salah satu kaki dari *buzzer* di hubungkan dengan pin GND pada arduino.
2. Dan salah satu kaki lain dari *buzzer* di hubungkan pada kaki pin 8 arduino.

3.5.6 Rangkaian keseluruhan



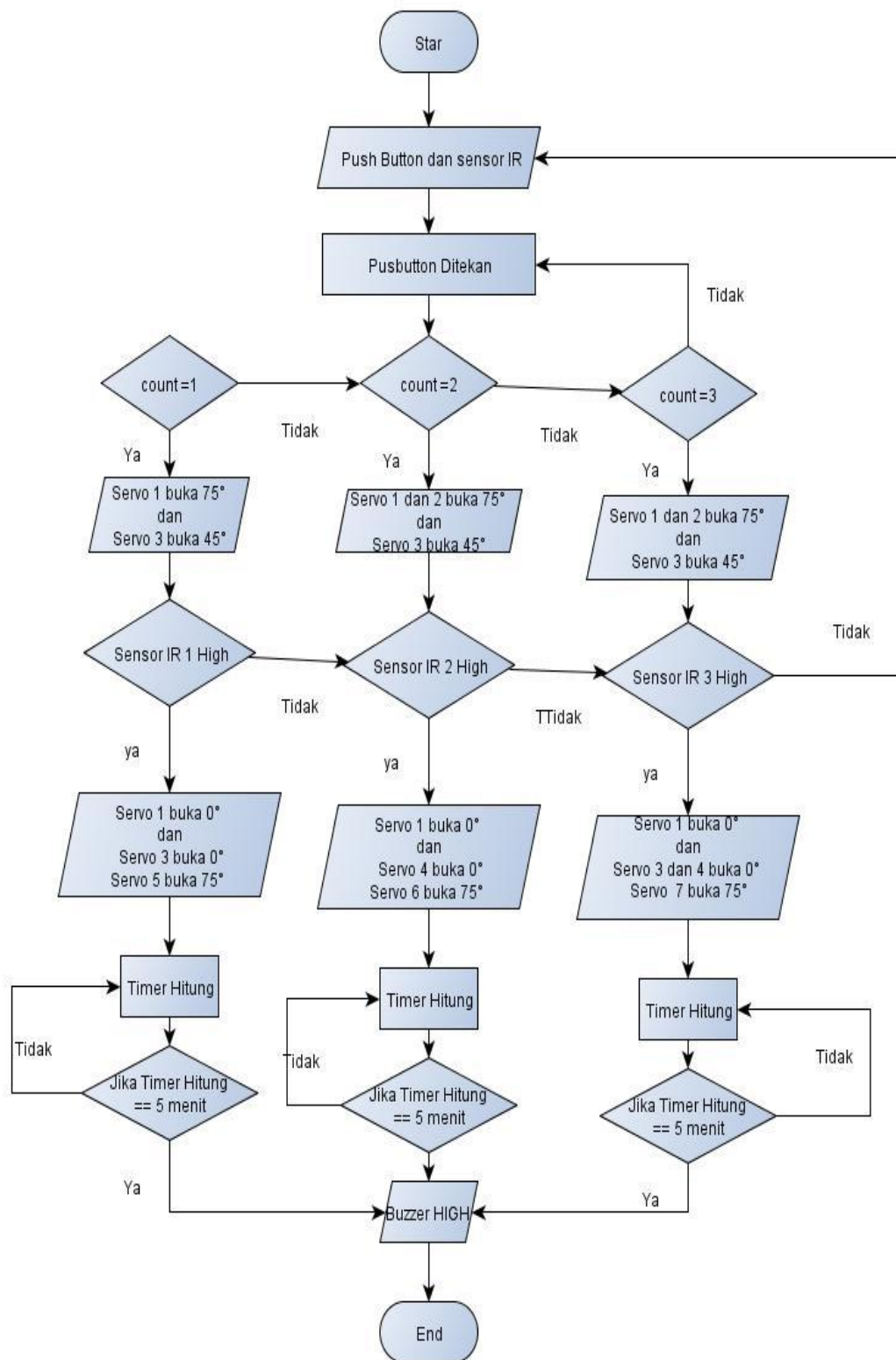
Gambar 3.12 rangkaian keseluruhan.

Keterangan :

Rangkaian keseluruhan terdiri dari beberapa komponen yang saling terhuung yaitu *push button* yang berfungsi sebagai inputan dalam memulai proses pemesanan, dua buah motor DC yang di gabungan dengan gearbox untuk menjalankan belt conveyor, 1 buah modul motor DC yaitu L298N yang berfungsi untuk mengatur putaran motor DC, tujuh buah servo yang berfungsi sebagai penggerak palang untuk mengarahkan gelas, 3 buah sensor *infrared* yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan gelas, dan yang terakhir adalah *buzzer* yang berfungsi sebagai peberitahuan bahwa proses telah selesai.

3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dibuat dari pembuatan *flowchart* untuk pembuatan pada *Software* atau aplikasi. Pada gambar 3.13 akan ditampilkan *flowchart* dari program yang akan dibuat dalam penelitian ini.



Gambar 3.13 flowchart perangkat lunak.

Berikut penjelasan dari gambar 3.13 adalah inisialisasi port atau inisialisasi *push button* dan sensor *infrared* selanjutnya apabila *push button* di tekan maka kondisi yang akan di hasilkan adalah count sama dengan satu atau perhitungan proses satu dimulai dan servo 1 akan terbuka sebesar 75°, dan servo 3 terbuka sebesar 45° untuk mengarahkan gelas menuju slot 1, sensor *infrared* satu mendeteksi adanya gelas, setelah itu servo satu terbuka sebesar 0°, servo 3 juga bernilai 0°, servo 5 bernilai 75°, timer perhitungan dimulai jika timer sudah sama dengan lima menit maka *buzzer* akan on dan proses satu selesai. *push button* ditekan ke dua kalinya maka kondisi yang akan di hasilkan adalah count sama dengan dua atau perhitungan proses dua dimulai dan servo 2 akan terbuka sebesar 75°, dan servo 4 terbuka sebesar 45° untuk mengarahkan gelas menuju slot 2, sensor *infrared* dua mendeteksi adanya gelas, setelah itu servo dua terbuka sebesar 0°, servo 4 juga bernilai 0°, servo 6 bernilai 75°, timer perhitungan dimulai jika timer sudah sama dengan lima menit maka *buzzer* akan on dan proses dua selesai. *push button* ditekan ke tiga kalinya maka kondisi yang akan di hasilkan adalah count sama dengan tiga atau perhitungan proses tiga dimulai dan servo 3,2,1 akan terbuka sebesar 75°, dan servo 4 terbuka sebesar 45° untuk mengarahkan gelas menuju slot 3, sensor *infrared* tiga mendeteksi adanya gelas, setelah itu servo dua terbuka sebesar 0°, servo 4 juga bernilai 0°, servo 6 bernilai 75°, timer perhitungan dimulai jika timer sudah sama dengan lima menit maka *buzzer* akan on dan proses dua selesai.

3.7 Analisa Kebutuhan

Tahapan selanjutnya setelah membuat rancangan perangkat keras dan perangkat lunak yaitu membuat analisa kebutuhan sistem. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui alat dan komponen serta perangkat lunak apa saja yang akan digunakan untuk mengimplementasikan sistem.

3.8 Implementasi

Setelah mengumpulkan alat dan bahan, langkah selanjutnya adalah melakukan implementasi rancangan alat yang telah dibuat. Pada tahap ini hasil rancangan yang telah dibuat akan diimplementasikan untuk menjadi sistem yang sesungguhnya. Implementasi pada penelitian ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu: Implementasi Hardware dan Implementasi Software. Implementasi Hardware merupakan tahap

terakhir dari perancangan sistem yang dilakukan dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat.

3.8.1 Implementasi Perangkat Keras

Realisasi perangkat keras merupakan tahap terakhir dari perancangan yang telah dilakukan, Realisasi ini masih dalam bentuk Prototipe karna keterbatasan biaya. Dalam tahap ini seluruh komponen dipasang sesuai dengan sistem yang telah dibuat

3.8.2 Implementasi Perangkat Lunak

Penerapan perangkat lunak merupakan suatu tahap dimana program yang telah dirancang kemudian disimpan kedalam modul mikrokontroller melalui *downloader* dan menggunakan *software* sesuai dengan bahasa pemograman yang akan digunakan. Disini peneliti menggunakan bahasa C++ dan menggunakan *software* Arduino. Pada *Software* Arduino program ditulis kemudian di *compile*, tujuannya adalah untuk mengetahui apakah program yang dibuat sudah benar atau belum. Langkah terakhir yaitu meng-*upload kode* program kedalam modul mikrokontroller.

3.9 Pengujian Sistem

Setelah perancangan *hardware* dan *software* selesai, maka yang dilakukan adalah *running* program, pengujian tiap-tiap rangkaian apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Pengujian di lakukan pada bagian-bagian seperti pengujian respon, cakupan sistem, catu daya dan rangkaian keseluruhan pada sistem ini.

3.9.1 Rancangan Pengujian Push Button

Tujuan dari pengujian tombol *push button* untuk mengetahui apakah *push button* dapat berfungsi sesuai rancangan yaitu apabila diberikan nilai high akan memperoleh nilai 1 atau melakukan proses pemesanan sebanyak 1x.

3.9.2 Rancangan Pengujian Sensor Infrared

Pengujian sensor ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor *infrared* dapat membaca objek atau gelas yang telah masuk pada tempat penampungan.

3.9.3 Rancangan Pengujian Motor DC

Rancangan pengujian motor DC bertujuan untuk mengetahui apakah ketika sensor *infrared* bersatus high motor dapat berhenti dengan baik.

3.9.4 Rancangan Pengujian Servo

Rancangan pengujian servo bertujuan untuk mengukur keakuratan atau respon dalam dalam mendapatkan inputan dan dapat bergerak sesuai dengan sudut yang telah di tentuka.

3.10 Analisa Kerja

Untuk analisa kerja, dilakukan bersama pada saat melakukan uji coba alat yang bertujuan untuk mengetahui kerja alat tersebut. Selain itu yang akan dianalisa adalah respon dalam bentuk inputan dan output pada Sistem Rancang Bangun Alat Penggeser Gelas Otomatis Pada Mesin Pembuat Kopi Cepat Saji . Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah di dapat akan dianalisis untuk memastikan bahwa sistem yang telah dibuat sesuai dengan harapan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan tentang metode dan prosedur pengujian yang dilakukan serta hasil yang diperoleh dari masing-masing blok sistem tersebut. Pengujian dan pembahasan dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara perancangan awal sistem terhadap alat yang akan dihasilkan, apakah sistem dapat bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan secara bertahap per blok-blok sistem dan pengujiannya secara keseluruhannya.

Pengujian dimulai dengan memastikan setiap komponen yang digunakan dalam kondisi bagus (dapat bekerja dengan baik), kemudian mengecek setiap jalur yang terhubung dengan komponen yang digunakan telah terkoneksi, dimana rangkaianannya disesuaikan dengan gambar skematiknya. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian *push button*, sensor *infrared*, pengujian motor DC gearbox, dan motor servo.

4.1 Hasil

untuk dapat mengetahui dan memastikan rangkaian mampu bekerja sesuai dengan yang diharapkan, maka terlebih dahulu dilakukan langkah pengujian dan mengamati langsung jalur-jalur serta komponen-komponen pada tiap-tiap rangkaian yang telah dibuat. Karena dari hasil pengukuran ini dapat diketahui apakah rangkaian yang telah dibuat bekerja dengan baik ataupun tidak, sehingga apabila terdapat kesalahan dan kekurangan akan terdeteksi. Gambar 4.1 berikut ini merupakan gambar dari bentuk fisik alat yang telah dibuat.



Gambar 4.1 bentuk fisik alat.

4.1.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan

Pada pengujian ini meliputi pengujian sensor *Adjustable Infrared*, tombol *push button*, *servo*, motor DC *gearbox* dan rangkaian keseluruhan. Pengujian ini dilakukan agar peneliti dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibuat hasil pengujian sebagai berikut:

4.1.2 Hasil Uji Coba *Push button*

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui apakah rangkaian *push button* yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

Table 4.1 Pengujian *push button*.

Uji coba	Status button	Keterangan
1	High	Conter +1
2	Low	Counter =1

Penjelasn:

Dari hasil table uji coba 4.1 pengujian *push button* diketahui pada percobaan 1 diberikan nilai HIGH maka diperoleh perhitungan satu. Pada percobaan 2 diberikan nilai LOW maka hasil nya adalah perhitungan terakhir.

4.1.3 Hasil Uji Coba Sensor *Infrared*

Tabel 4.2 pengujian sensor *infrared*.

Uji coba	Status sensor <i>infrared</i>			Keterangan
	1	2	3	
1	High			Ruang Pesan 1 Terisi
2		High		Ruang Pesan 2 Terisi
3			High	Ruang Pesan 3 Terisi
4	Low	Low	low	Ruang 1 2 3 kosong

Penjelasan:

Pada percobaan satu sensor *infrared* diberikan nilai HIGH atau mendeteksi gelas maka ruang pesan satu telah terisi. Pada percobaan dua sensor *infrared* diberikan nilai HIGH atau mendeteksi gelas maka ruang pesan dua telah terisi. Pada percobaan tiga sensor *infrared* diberikan nilai HIGH atau mendeteksi gelas maka ruang pesan tiga telah terisi. Pada percobaan empat sensor *infrared* diberikan nilai LOW atau tidak mendeteksi gelas maka ruang pesan satu, dua, tiga kosong.

4.1.4 Hasil Pengujian Motor DC

Pengujian motor DC bertujuan untuk mengetahui apakah motor DC dapat berhenti dengan baik saat sensor IR berstatus *High*.

Table 4.3 Hasil Pegujian Motor DC.

Uji Coba Ke	Status <i>Infrared</i>	Motor DC 1	Motor DC 2
1	High	Motor Berhenti	Motor Berhenti
	Low	Motor Bergerak	Motor Bergerak
	Low	Motor Bergerak	Motor Bergerak
2	High	Motor Berhenti	Motor Berhenti
	Low	Motor Bergerak	Motor Berhenti
	High	Motor Berhenti	Motor Berhenti

Penjelasan :

Dari hasil ujicoba 1 motor DC yang dilakukan dalam 1 kali uji coba terdapat 3 kali tahapan dapat diketahui bahwa dalam uji coba 1 tahap 1 sensor *infrared* berstatus High maka motor DC 1 Berhenti, dan motor DC 2 Berhenti. Uji coba 1 tahap 2 sensor *infrared* berstatus low maka motor DC 1 bergerak, dan motor DC 2 bergerak. Uji coba 1 tahap 3 sensor *infrared* berstatus low maka motor DC 1 bergerak, dan motor DC 2 bergerak. Uji coba 2 tahap 1 sensor *infrared* di berikan status high maka motor DC 1 berhenti dan motor Dc 2 berhenti. Uji coba 2 tahap 2 sensor *infrared* berstatus low maka motor DC 1 bergerak, dan motor DC 2 berhenti. uji coba 2 tahap 3 sensor *infrared* berstatus high maka motor DC 1 berhenti, dan motor DC 2 berhenti.

4.1.5 Pengujian Motor Servo

Pengujian Servo yaitu bertujuan untuk mengukur respon ketika *motor servo* mendapatkan inputan apakah motor servo dapat bergerak dengan sudut 45° dan 90° dengan baik . Dari hasil pengujian dari motor servo yang telah dilakukan dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Pengujian Motor Servo

Ujicoba servo	Sudut yang diinginkan							Pembacaan busur derajat	Error (%)	Keterangan
Servo 1	75°							78°	0,2	Error servo 0,2
Servo 2		75°						78°	0,2	Error servo 0,2
Servo 3			45°					47°	0,2	Error servo 0,2
Servo 4				45°				47°	0,2	Servo error 0,2
Servo 5					75°			78°	0,2	Servo error 0,2
Servo 6						75°		78°	0,2	Servo error 0,2
Servo 7							75°	78°	0,2	Servo error 0,2

Penjelasan:

Dalam ujicoba motor servo peneliti melakukan uji coba servo 1 dengan sudut yang diinginkan sebesar 75° dan diukur dengan busur secara manual maka menunjukkan nilai sebesar 78° maka selisih eror adalah sebesar 0,2 %. uji coba servo 2 dengan sudut yang diinginkan sebesar 75° dan diukur dengan busur secara manual maka menunjukkan nilai sebesar 78° maka selisih eror adalah sebesar 0,2 %. uji coba servo 3 dengan sudut yang diinginkan sebesar 45° dan diukur dengan busur secara manual maka menunjukkan nilai sebesar 48° maka

selisih eror adalah sebesar 0,2 %. uji coba servo 4 dengan sudut yang diinginkan sebesar 45° dan diukur dengan busur secara manual maka menunjukkan nilai sebesar 48° maka selisih eror adalah sebesar 0,2 %. uji coba servo 5 dengan sudut yang diinginkan sebesar 75° dan diukur dengan busur secara manual maka menunjukkan nilai sebesar 78° maka selisih eror adalah sebesar 0,2 %. uji coba servo 6 dengan sudut yang diinginkan sebesar 75° dan diukur dengan busur secara manual maka menunjukkan nilai sebesar 78° maka selisih eror adalah sebesar 0,2 %. uji coba servo 7 dengan sudut yang diinginkan sebesar 75° dan diukur dengan busur secara manual maka menunjukkan nilai sebesar 78° maka selisih eror adalah sebesar 0,2 %.

4.1.6 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

uji coba keseluruhan bertujuan untuk menguji sistem kinerja secara menyeluruh terkait baik dari tombol *push button*, sensor *infrared*, motor servo, motor DC guna untuk mengetahui apakah kerja dari setiap komponen telah sesuai dengan yang diharapkan atau belum tercapai seperti yang tertera pada tabel uji coba keseluruhan table uji coba 4.5 berikut.

Table 4.5 uji coba keseluruhan

Uji coba ke	Status Button			Status IR			Status servo							Motor DC 1	Motor DC 2	Keterangan
	1	2	3	1	2	3	Servo 1	Servo 2	Servo 3	Servo 4	Servo 5	Servo 6	Servo 7			
1	High	Low	Low	High	Low	low	75°	0°	45°	0°	75°	0°	0°	Motor Bergerak	Motor Bergerak	Normal
2	High	High	Low	High	High	low	75°	75°	0°	45°	75°	75°	0°	Motor Bergerak	Motor Bergerak	Normal
3	High	Low	Low	High	High	Low	75°	75°	0°	0°	75°	75°	75°	Motor Berhenti	Motor Bergerak	Error
4	High	Low	Low	Low	Low	Low	75°	0°	45°	0°	75°	0°	0°	Motor Berhenti	Motor Berhenti	Error

4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pada tabel 4.5 uji coba keseluruhan dapat diketahui bahwa pada percobaan 1 *push button* di tekan pertama kali bernilai high untuk pertama kalinya maka servo 1 terbuka sebesar 75°, servo 2 bernilai 0°, servo 3 terbuka sebesar 45°, servo 4 bernilai 0°, servo 5 terbuka sebesar 75°, servo 6 bernilai 0°, dan selanjutnya servo 7 bernilai 0° status motor DC 1 bergerak motor DC 2 bergerak, status sensor *infrared* 1 adalah high. Percobaan 2 *push button* di tekan ke dua kalinya dan bernilai high untuk kedua kalinya maka servo 1 terbuka sebesar 75°, servo 2 bernilai 75°, servo 3 bernilai 0°, servo 4 bernilai 45°, servo 5 terbuka sebesar 75°, servo 6 bernilai 75°, dan selanjutnya servo 7 bernilai 0° sedangkan status motor DC 1 adalah sedang bergerak motor DC 2 pun bergerak dan status sensor *infrared* 2 adalah high. Percobaan 3 *push button* ditekan ke 3 kalinya dan bernilai high maka servo 1 terbuka sebesar 75°, servo 2 bernilai 75°, servo 3 bernilai 0°, servo 4 bernilai 0°, servo 5 terbuka sebesar 75°, servo 6 bernilai 75°, dan selanjutnya servo 7 bernilai 75° sedangkan status motor DC 1 adalah berhenti motor DC 2 bergerak dan status sensor *infrared* 3 adalah low terjadi eror pada sistem. Percobaan 4 *push button* di berikan nilai high maka servo 1 terbuka 75°, servo 2 bernilai 0°, servo 3 terbuka 75°, servo 4 bernilai 0°, servo 5 terbuka 75°, servo 6 bernilai 0°, dan servo 7 bernilai 0° sedangkan status motor DC 1 berhenti dan motor DC 2 juga ikut berhenti dan status sensor *infrared* low kesimpulan pada percobaan 4 adalah terjadi eror. Analisa keseluruhan dari sistem ini adalah masih terdapat kendala berupa eror baik dari kompoen komponen yang di gunakan, program yang masih kurang sempurna, dan desain mekanik yang belum baik, pada sistem ini program masih belum sempurna pada bagian perhitungan waktu tunggu gelas apabila masih terdapat gelas di tempat penampungan dan masih berlangsung perhitungan waktu maka pemesanan belum bisa dilakukan kembali hingga waktu perhitungan telah selesai, terkadang terjadi eror yang di akiabatkan oleh desain mekanik yang kurang baik seperti terhambat nya putaran motor dc yang menggerakkan belt conveyor sehingga gelas tidak dapat di pindahkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Motor DC yang digunakan pada penelitian kali ini dapat bekerja sesuai perencanaan dikarenakan apabila sensor *infrared* mendapatkan nilai *high* maka motor DC dapat berhenti.
2. Motor servo yang digunakan dapat berfungsi yaitu dengan berputar sebesar 47° untuk servo nomor 3,4 dan servo nomor 1,2,5,6,7 berputar sebesar 78° , dari hasil tersebut setiap servo mengalami keakuratan yang kurang baik yang seharusnya servo nomor 3,4 berputar sebesar 45° dan servo 1,2,5,6,7 berputar sebesar 75° .
3. Sensor *Infrared* dapat mendeteksi keberandaan benda dengan baik serta dapat mengirimkan berupa inputan kepada mikrokontroler untuk memerintahkan motor DC untuk berhenti.
4. Tombol *push button* yang di gunakan pada penelitian kali ini dapat berfungsi dengan baik di karenakan apabila tombol ditekan akan menghasilkan nilai *high* serta data tersebut yang berupa inputan dapat di terima mikrokontroler.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan penulis dari Sistem Rancang Bangun Alat Penggeser Gelas Otomatis Pada Mesin Pembuat Kopi Cepat Saji yaitu :

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan atau menambahkan suatu sistem lengan robot agar dapat memudahkan peletakan gelas pada *belt conveyor*.
2. Pada penelitian selanjutnya peneliti dapat menanamkan sistem yang dapat di integrasikan dengan aplikasi *mobile* agar pemesan tak perlu menghampiri alat untuk memesan.
3. Pada pengembangan selanjutnya penggunaan *belt conveyor* diharapkan dapat menggunakan *belt khusus conveyor*.

DAFTAR PUSTAKA

ARDUINO MEGA 2560 MIKROKONTROLER ATmega2560. (2017, Februari 27). Retrieved September 11, 2019, from LAB ELEKTRONIKA MICROCONTROLLER PROGRAMMING: <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mikrokontroler.html>

Admin. (2017, Juni 18). *Motor Servo : Pengertian, Fungsi, dan Prinsip Kerjanya*. Retrieved September 11, 2019, from BELAJAR ELEKTRONIKA: <https://belajarelekttronika.net/motor-servo-pengertian-fungsi-dan-prinsip-kerjanya/>

Dasar, E. (2019, April 28). *MOTOR DC*. Retrieved September 11, 2019, from ELEKTRONIKA DASAR: <https://elektronika-dasar.web.id/motor-dc/>

Irfan, Nur, & Rosi. (2017). Rancang Bangun Alat Pembuatan Minuman Kopi Otomatis Menggunakan Konveyor.

Kurniawan, Rochmad, & Puspita. (2017). Mesin Pembuat Kopi Berbasis Mikrokontroler.

Marella, Harianto, & Wibowo. (2015). Rancang Bangun Mesin Pembuat Minuman Kopi Otomatis Berbasis Miktokontroller Dengan Metode Fuzzy.

PRATAMA, R. (2016). BAB II Sensor Infrared Sebagai Pendeteksi Benda. *eprints.polsri*, 4-8.

Yuandithra , y., Waluyo, & Taryana, N. (n.d.). Pengaturan Kecepatan Motor DC Pada Konveyor untuk Pemisah Produk Cacat, Pengemasan dan Penyortiran Barang Dimonitoring Menggunakan SCADA Berbasis Wireless .

.

LAMPIRAN

1. Sensor *Infrared*.
2. *Push Button*.
3. Tipe *Push Button*.
4. *Gearbox* Motor DC.
5. Prinsip Kerja Motor DC.
6. Motor Servo SG90.
7. Buzzer.
8. Modul Motor *Driver* L298N.
9. Arduino Mega.
10. Notulen Ujian Skripsi.



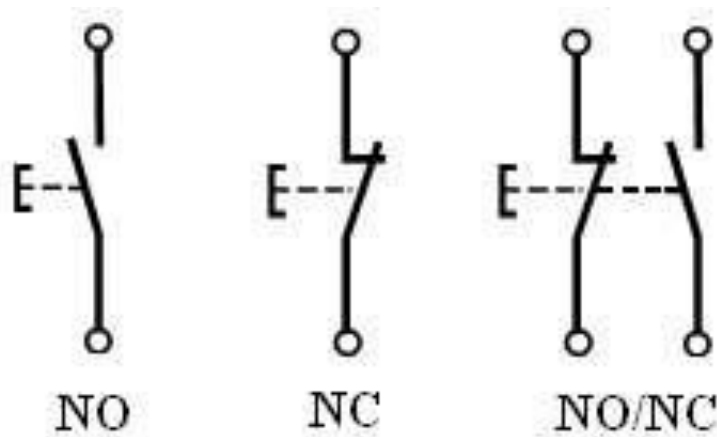
Gambar 2.2 Sensor *Infrared*.

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/infra-red-ir-detektor-sensor-infra-merah>)



Gambar 2.5 *Push button*.

Gambar 2.6 <http://listrikduniaterang.blogspot.com/2016/05/pengertian-push-button-dan-prinsip.html>)



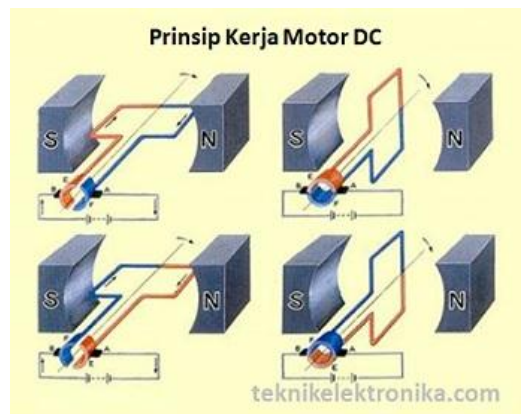
Gambar 2.6 Tipe *Push button*

(Sumber : <https://www.duniapembangkitlistrik.com/2018/04/pengertian-dan-cara-kerja-push-button.html>)



Gambar 2.7 Gearbox Motor DC.

(Sumber <https://tr.aliexpress.com/item/32713853079.html>)



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Motor DC

(Sumber : <https://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2017/07/Prinsip-Kerja-Motor-DC.jpg?x65800>)



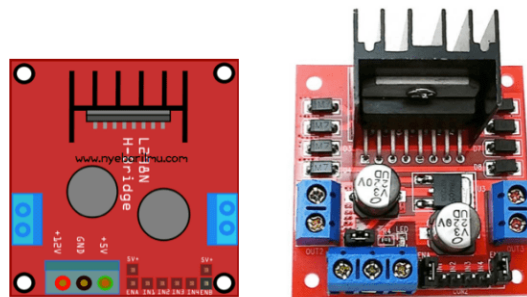
Gambar 2.10 Motor Servo SG90.

(Sumber <https://robu.in/product/towerpro-sg90-9gm-1-2kg-180-degree-rotation-servo-motor-good-quality/>)



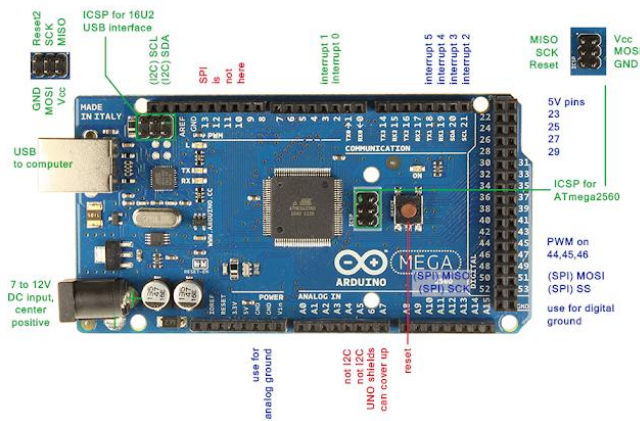
Gambar 2.11 Buzzer.

(Sumber https://sea.banggood.com/5-PCS-Super-Loud-5V-Active-Alarm-Buzzer-Beeper-Tracker-95-5mm-for-Racing-Drone-p-1117207.html?cur_warehouse=CN)



Gambar 2.12 Modul Motor Driver L298N

(Sumber <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298n/>)



Gambar 2.14 Arduino Mega

(Sumber : <http://www.labelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560/>)