

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penyusunan laporan Tugas Akhir ini menggunakan beberapa referensi dari beberapa jurnal dan laporan Tugas Akhir mengenai sistem kontrol atau sistem kendali pada alat penyortir barang yang sebelumnya sudah ada. Setelah penyusun melakukan telaah terhadap beberapa referensi yang ada, ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan perancangan yang dilakukan.

Pembuatan sistem kontrol alat pemilah benda logam dan bukan logam menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler untuk mengontrol sistem kerja alat pemilah objek logam dan bukan logam. Di mana untuk mengontrol seluruh aktivasi dari kinerja motor dc, sensor proximity, sensor *infrared*, komparator, digital *input*, dan digital *output* menggunakan Arduino Uno sebagai media pengontrol, agar semua aktivasi sesuai dengan yang diharapkan dan mempermudah dalam pendeteksi benda sesuai dengan perintah yang diberikan. Komparator pada rangkaian sistem kontrol ini digunakan untuk mengubah logika *inputan* dari sensor proximity dan sensor *Infrared* yang berupa frekuensi menjadi level tegangan TTL berupa logika *high* dan *low*.

Pembuatan miniatur alat pemilah benda berdasarkan ukuran dimensi dengan system kontrol menggunakan Arduino Uno. Di mana untuk mengontrol seluruh aktivitas dari kinerja motor dc, motor servo, sensor proximity menggunakan Arduino Uno sebagai media pengontrol, agar semua aktivitas sesuai

dengan yang diharapkan dan dapat mempermudah pemisahan barang berdasarkan jenisnya yaitu logam dan bukan logam.

Dalam pembuatan rancang bangun simulator alat pemilah benda berdasarkan jenisnya logam dan bukan logam menggunakan sensor proximity berbasis Arduino Uno membahas tentang prinsip kerja alat pemilah barang berdasarkan jenisnya logam dan bukan logam dengan menggunakan Arduino sebagai unit pengolah data. Dimana sistem pengontrolan kerja alat penyortir dilakukan oleh Arduino.

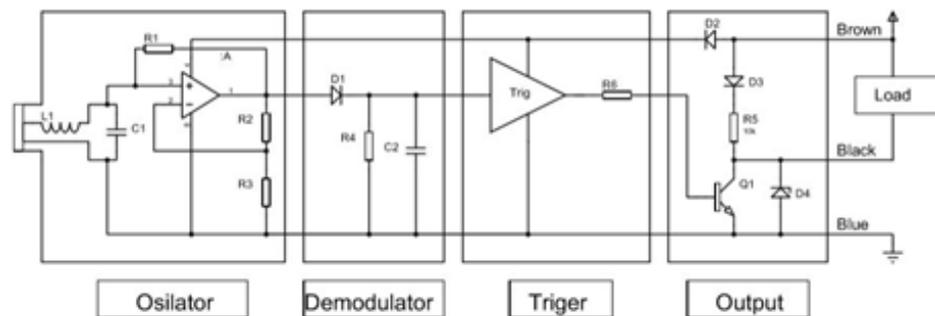
Perbedaan tugas akhir yang akan dikerjakan penulis dengan referensi-referensi diatas adalah penulis akan menggunakan PLC Schneider sebagai pusat kendali dari sistem kendali alat pemilah benda logam dan bukan logam dengan sensor proximity. Alat ini dirancang untuk mampu mengendalikan *driver relay* dalam menjalankan motor *conveyor* dan motor servo dalam menggerakkan tuas yang ada di alat ini dan juga dirancang supaya mampu mengendalikan sensor proximity dalam mendeteksi logam dan bukan logam barang yang akan diuji.

2.2 Dasar Teori

Dasar Teori sangat dibutuhkan dalam penyusunan laporan. Dasar Teori pada bab ini menjelaskan tentang definisi dan konsep dari komponen-komponen yang membentuk alat Tugas Akhir ini.

2.2.1 Sensor Proximity

Sensor proximity induktif adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi objek logam saja, pendeteksian tersebut dilakukan tanpa harus menyentuh objek logam tersebut. Sensor ini terdiri dari inti ferrit (*coil*), sebuah osilator dan detektor pemacu sinyal serta rangkaian keluaran dari sensor tersebut.^[1] Struktur bagian bagian dari sensor proximity dapat ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.

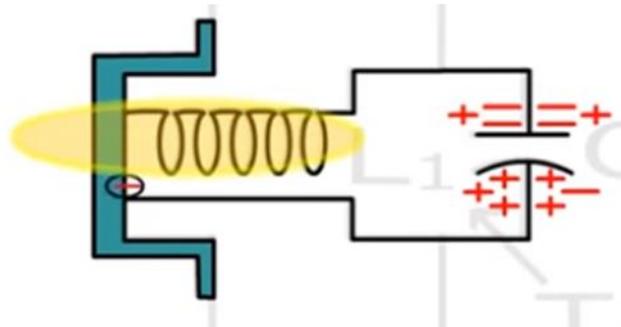


Gambar 2.1 Sensor Proximity

2.2.1.1 Prinsip Kerja Sensor Proximity

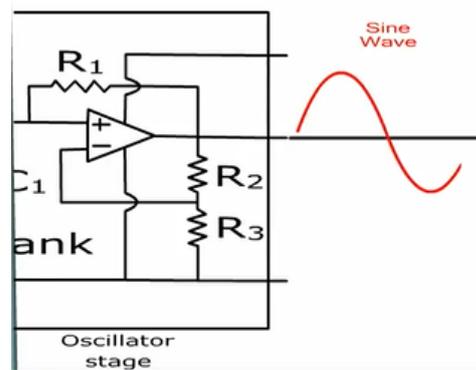
1. Osilator

Osilator terdiri dari sebuah kapasitor yang menyimpan energi di medan listrik dan induktor yang menyimpan energi di medan magnetnya. Energi yang disimpan ini dipindahkan bolak-balik antara kapasitor dan induktor bergantian pada setengah siklus saat arus pertama berjalan satu arah dan kemudian yang lain seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Siklus energi bolak-balik kapasitor dan induktor

Ini terjadi ketika kapasitor discharged dan kumparan memberi energi, dan sebaliknya. Saat arus mengalir bolak-balik, medan magnet disekitar kumparan mengembang dan berkontraksi keluar dari kepala sensor. Saat arus mengalir bolak balik antara kapasitor dan induktor, maka akan menghasilkan gelombang sinus dan diperkuat untuk diumpankan ke tahap demodulator seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.

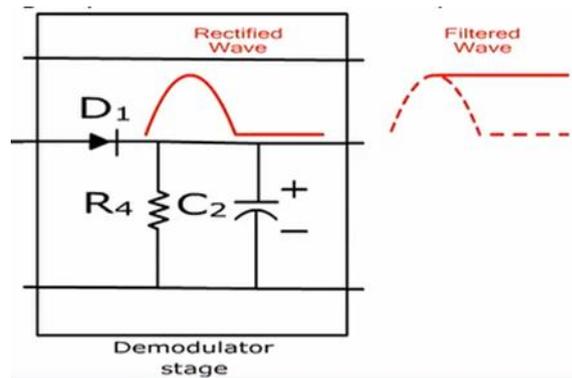


Gambar 2.3 Gelombang sinus

2. Demodulator

Demodulator terdapat diode yang berfungsi sebagai penyearah setengah gelombang, mengubah gelombang sinus menjadi tegangan DC berdenyur.

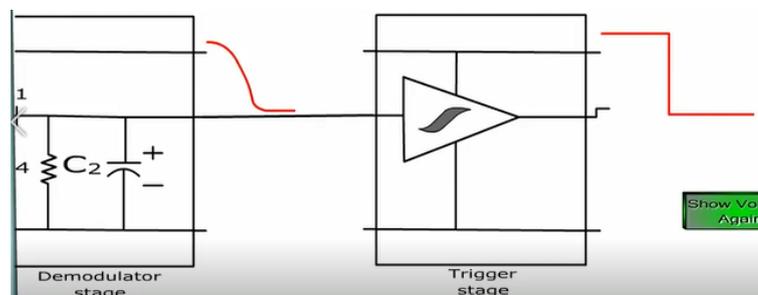
Tegangan DC berdenyut ini akan di *filter* menjadi tegangan DC stabil oleh resistor dan kapasitor seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.4**. Tegangan DC dari demodulator diumpunka ke *Schmitt trigger*.



Gambar 2.4 Proses *filter* tegangan DC

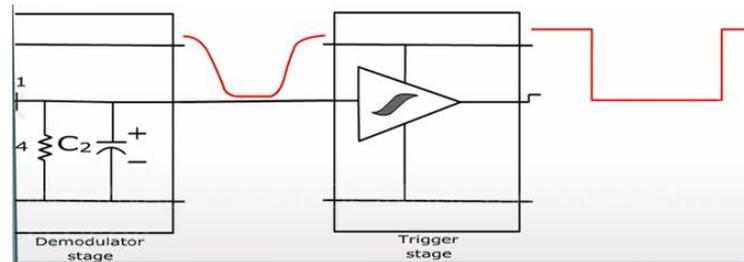
3. Trigger

Fungsi utama dari trigger ini untuk menghasilkan dua tegangan yang berbeda yang bertransisi dari satu ke lainnya dengan sangat cepat. Ketika demodulator output DC berkurang pada level tertentu, keluaran *trigger* dengan cepat akan berkurang ke tegangan terendah seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 *Trigger* tegangan rendah

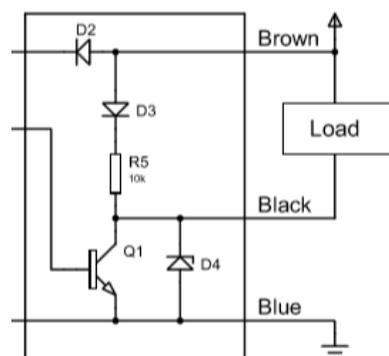
Ketika demodulator output DC naik pada level tertentu, keluaran *trigger* dengan cepat akan bertambah ke tegangan tertinggi seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 *Trigger* tegangan tinggi

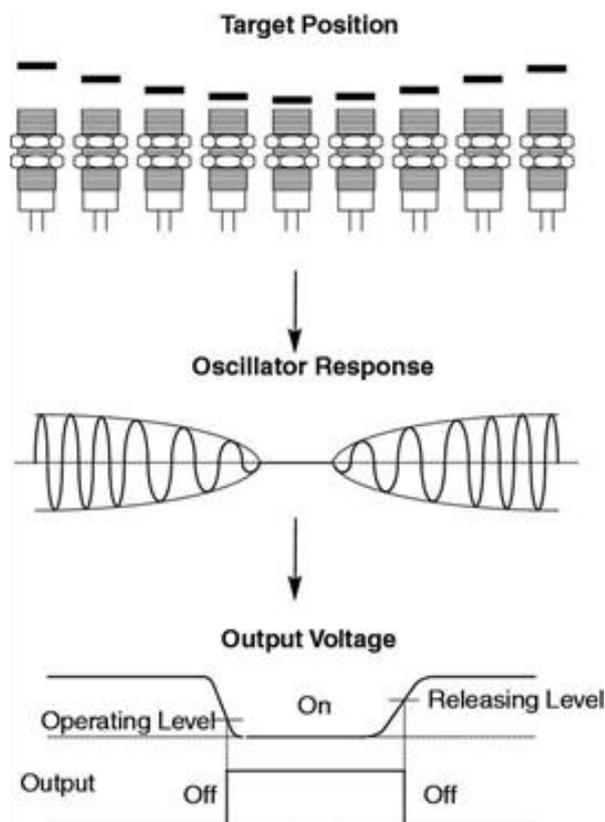
4. Output

Rangkaian output terdiri dari 3 kabel yang terdiri dari VCC, load, dan ground. Fungsi utama dari rangkaian output untuk memberikan sinyal output sensor yang cukup memadai untuk beban yang terhubung. Rangkaian output ditunjukkan pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7 Rangkaian Output

Secara garis besar saat sensor mendeteksi keberadaan objek logam maka akan terjadi perubahan bentuk sinyal yang mengakibatkan hilangnya energi dan mengakibatkan amplitudo yang kecil pada osilasi sehingga akan memicu trigger circuit dan memberikan output pada sensor tersebut. Output sensor proximity berupa tegangan DC dalam bentuk pulsa.^[2] Prinsip kerja dari sensor proximity dapat ditunjukkan pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8 Sistem kerja proximity induktif

Sensor proximity memiliki perbedaan menurut spesifikasinya. **Tabel 2.1** menunjukkan spesifikasi dari Sensor proximity SN04-N

Tabel 2.1 Spesifikasi sensor proximity SN04-N

Model	SN04-N
Tipe	NPN-NO
<i>Output</i>	NPN DC 3 kabel
Jarak Deteksi	0 - 4mm
Objek Deteksi	Logam
Tegangan Kerja	12 – 24 VDC
<i>Starting current</i>	600

2.2.2 Motor DC 24 Volt

Motor DC memerlukan *supply* tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Bagian utama motor DC adalah stator dan rotor di mana kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Bentuk motor yang paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.. **Gambar 2.9** merupakan gambar dari Motor DC.^[3]

Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan *komutator*, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet dihasilkan tegangan (GGL)^[3].



Gambar 2.9 *Motor DC*

Motor DC memiliki perbedaan menurut spesifikasinya. **Tabel 2.1** menunjukkan spesifikasi dari *Motor DC DME34K8H-14D*

Tabel 2.2 Spesifikasi *Motor DC DME34K8H-14D*^[3]

Terukur	Ukuran
<i>Rated voltage</i>	24 VDC
<i>Diameter – outline</i>	36.6 mm
<i>Gear ratio</i>	1/10 ~ 1/1500
<i>Rated torque</i>	4.9 (mN . m)
<i>Rated speed</i>	65,8 (rpm)
<i>Starting current</i>	601

2.2.2.1 Bagian-bagian *Motor DC*

1) **Badan Motor**

Badan mesin ini berfungsi sebagai tempat mengalirnya fluks yang dihasilkan kutub magnet, sehingga harus terbuat dari bahan *ferromagnetik*. Fungsi lainnya adalah untuk meletakkan alat-alat tertentu dan mengelilingi bagian-bagian dari mesin, sehingga harus terbuat dari bahan yang benar-benar kuat, seperti dari besi tuang dan plat campur baja.^[4]

2) **Inti Kutub Medan Magnet dan Belitan Penguat Magnet**

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang *stasioner* dan kumparan motor DC yang menggerakkan bearing pada ruang di antara kutub medan.^[4]

3) **Sikat-sikat**

Sikat-sikat ini berfungsi sebagai jembatan bagi aliran arus ke kumparan jangkar. Dimana permukaan sikat ditekan ke permukaan segmen komutator untuk menyalurkan arus listrik. Besarnya tekanan pegas dapat diatur sesuai dengan keinginan. Sikat memegang peranan penting untuk terjadinya komutasi. Bahan sikat dibuat lebih lunak dari komutator agar gesekan antara komutator dan sikat tidak menyebabkan komutator aus.^[4]

4) **Komutator**

Komutator ini berfungsi sebagai penyearah mekanik yang akan dipakai bersama-sama dengan sikat. Sikat-sikat ditempatkan sedemikian rupa, sehingga komutasi terjadi pada saat sisi kumparan berbeda. Kegunaannya *Komutator* ini

adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC. *Commutator* juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya.^[4]

5) Jangkar

Jangkar dibuat dari bahan ferromagnetik agar kumparan jangkar yang terletak di daerah induksi magnetnya besar, menimbulkan tegangan induksi yang besar pula.^[5]

6) Lilitan Jangkar

Lilitan jangkar merupakan bagian yang terpenting pada mesin Arus Searah, berfungsi untuk tempat timbulnya tenaga putar motor ataupun tempat terbentuknya GGL lawan.^[5]

2.2.3 Motor Servo

Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, *variabel resistor* (VR) atau *potensiometer* dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang ada pada pin kontrol motor servo^[6]. **Gambar 2.10** merupakan gambar dari *motor servo MG995*.

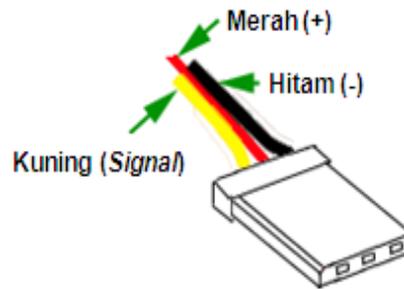


Gambar 2.10 Motor Servo MG995^[6]

Bagian-bagian motor servo adalah sebagai berikut :

1. Motor DC
2. *Gear*, berfungsi untuk memperlambat putaran utama lalu meningkatkan torsi putaran motor servo.
3. *Potensiometer*, berfungsi untuk merubah hambatan (*resistansi*) pada motor dan sebagai penentu batas putaran utama pada motor servo.
4. Rangkaian sistem kontrol, berfungsi untuk mengontrol pergerakan dan posisi akhir poros. Lebih tepatnya, posisi poros keluaran (*output*) akan dideteksi dengan tujuan untuk mengetahui apakah posisi poros sudah sesuai dengan yang kita inginkan atau belum. Jika posisi poros belum sesuai, maka sistem kontrol akan memberikan sinyal agar posisi poros sesuai dengan apa yang diinginkan.^[7]

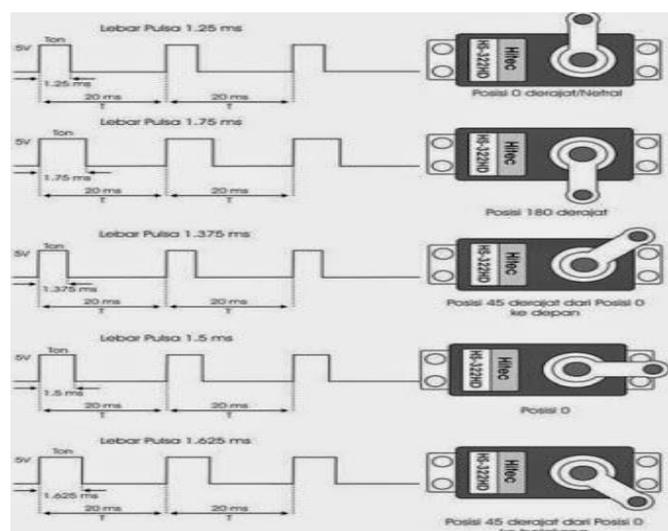
Motor servo juga merupakan motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) di mana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.^[7]



Gambar 2.11 Konfigurasi Pin Pada Motor Servo^[7]

Motor servo DC hanya memiliki 3 kabel, masing-masing kabel terdiri dari positif (*Vcc*), negatif (*Ground*) dan kontrol (*Signal*). Motor servo DC standar mampu bergerak searah jarum jam ataupun berlawanan arah jarum jam tanpa membalik pin konektor pada motor servo. Hal ini disebabkan bahwa pada motor servo DC standar telah terdapat *driver* untuk membalik polaritas motor DC yang ada pada motor servo DC standar. Bentuk dari konfigurasi pin pada motor servo DC standar dapat dilihat pada **Gambar 2.11**.^[7]

2.2.3.1 Pulsa Kontrol Motor Servo Operational



Gambar 2.12 Pulse Wide Modulation (PWM)^[7]

Gambar 2.12 merupakan Pulse Wide Modulation atau sinyal modulasi lebar pulsa pada motor servo. Cara pengendalian motor servo adalah dengan memberikan *Pulse Wide Modulation (PWM)* . Jadi besar kecilnya pulse yang diberikan akan berpengaruh pada besar jarak putaran pada motor servo. Pada gambar 2.9 dapat disimpulkan bahwa bila kita memberikan pulse selama 1,5 ms maka motor akan berputar sebesar 90° .Begitu pula jika kita memberikan pulse selama 2 ms, maka motor akan berputar sebesar 180° .^[7]

Motor Servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Di mana pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi *Ton duty cycle* 1.5 ms. Pada saat *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock wise, CCW*) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan akan bertahan di posisi tersebut. Sebaliknya, jika *Ton duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam (*Clock Wise, CW*) dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya *Ton duty cycle*, dan bertahan di posisi tersebut.^[7]

2.2.4 PLC Schneider



Gambar 2.13 PLC Schneider

Di dalam dunia modern yang mengutamakan kenyamanan dan kecepatan, sistem yang bekerja secara otomatis akan semakin banyak. Otomatis sering kali diartikan sebagai “tidak menggunakan tenaga manusia”. Pada kenyataannya adalah sebuah kondisi, teknik, dan peralatan yang dioperasikan secara otomatis. Latar belakang tersebut yang mendorong dunia industri untuk meningkatkan sistem otomatis dalam membuat produk yang besar dan waktu yang sedikit. Salah satu pengendali yang paling populer dalam industri, khususnya yang bekerja secara *sekuensial*, ialah PLC. **Gambar 2.113** merupakan gambar dari PLC *Schneider*.^[10]

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut :

1. *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
2. *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
3. *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses, sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

PLC didefinisikan sebagai suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan intruksi-intruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik seperti : logika, *sekuen*, *timing*, *counting* dan *aritmatika*, untuk mengontrol suatu mesin industri atau proses industri sesuai dengan yang diinginkan. Dalam mengeksekusi program, PLC memerlukan waktu

scan untuk satu siklus eksekusi. Waktu scan ini terdiri dari beberapa proses , yakni pemrosesan internal, pembacaan masukan, pemrosesan program dan pengeluaran keluaran. Pemrosesan ini menyangkut penyalan status lampu indikator, pendeteksian mode RUN atau STOP, dan lainnya. Proses pembacaan masukan merupakan proses membaca modul input yang digunakan. Pemrosesan program merupakan proses PLC dalam mengolah data input sesuai dengan program yang dibuat. Proses pengeluaran keluaran adalah proses PLC dalam mengeluarkan data yang akan dikeluarkan yang ditambahkan pada PLC. Semua proses ini dilakukan berurutan dan akan selalu berulang.^[10]

Ada berbagai macam tipe-tipe PLC Schneider yang dipakai di suatu industri salah satunya yaitu PLC Modicon M221. PLC modicon M221 merupakan produk PLC Schneider electric yang terbaru diluncurkan^[11]. **Gambar 2.14** merupakan bentuk fisik dari PLC Modicon M221.



Gambar 2.14 Bentuk fisik dari PLC Modicon M221^[11]

Main Specification :

Range of product	: Modicon M221
Product or component type	: Logic controller

[Us] rated supply voltage	: 100-240 V AC
Discrete input number	: 9 discrete input conforming to IEC 61131-2 Type 1 including 4 fast input
Analogue input number	:2 at input range : 0-10 V
Discrete output type	: Relay normally open
Discrete output number	: 7 relay
Discrete output voltage	: 5-250V AC ; 5-125 V DC
Discrete output current	: 2 A

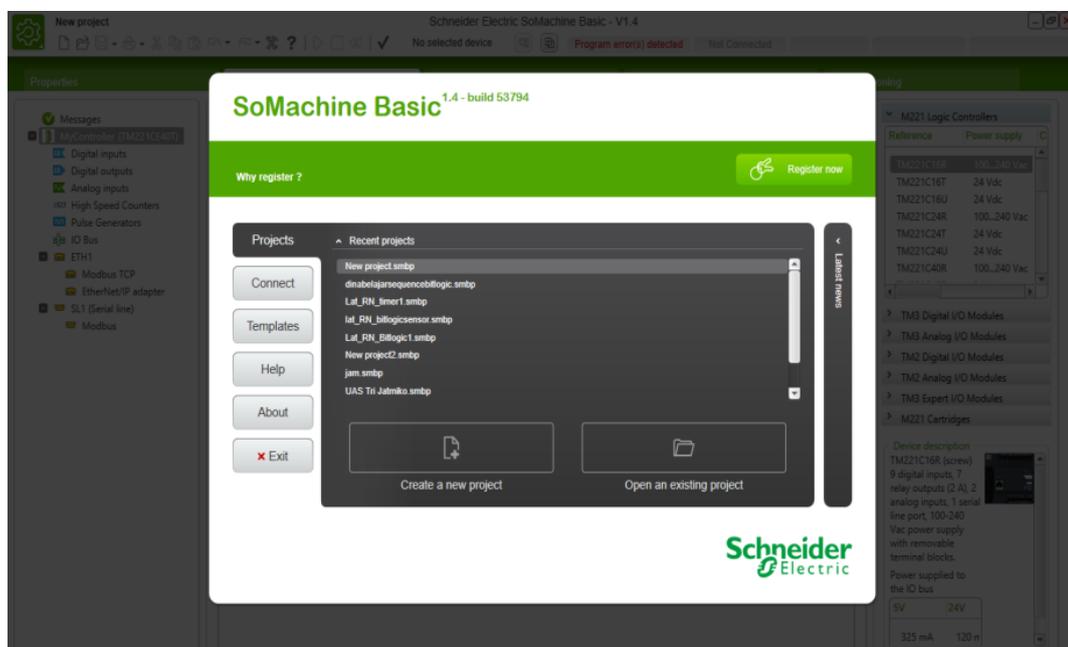
Pemrograman PLC dilakukan dengan komputer dalam sistem operasi windows, sehingga mudah dalam menggunakannya. PLC memiliki perangkat lunak sendiri untuk memprogramnya, yakni So Machine Basic.^[11]

Pengontrol Modicon M221 terbaru dirancang untuk membantu pembangun mesin merancang dan membangun mesin lebih cepat sambil meningkatkan profitabilitas. Sebagai bagian dari MachineStruxure generasi berikutnya, solusi otomatisasi mesin yang komprehensif dan terpadu dari pengendali perangkat keras, perangkat lunak, arsitektur siap digunakan, dan jasa teknis dari Schneider Electric , Modicon M221 memberikan performa yang luar biasa dalam ukuran yang sangat kompak. Fungsi-fungsi yang tertanam sangat mengesankan untuk meningkatkan profitabilitas . Fleksibilitas dari Modicon M221, mudah untuk menambahkan modul khusus seperti starter motor TeSys SoLink atau pemanjang jalur I/O baik analog maupun digital dan modul lanjutan, sementara masih tetap menjaga semuanya hanya dalam satu konfigurasi kompak.^[11]

SoMachine Basic dirancang khusus untuk Modicon M221 dan menangani semua fungsi pemrograman, visualisasi, dan *commissioning*. Semua dapat dilakukan dengan sangat mudah dan intuitif untuk digunakan serta tidak memerlukan pelatihan khusus. *Software* ini juga dapat mentransfer aplikasi dari platform lama untuk mengambil manfaat dari Modicon M221 terbaru yang memiliki performa lebih tinggi^[11]. **Gambar 2.15** merupakan tampilan *software SoMachine Basic*.

Keunggulan dari Software ini secara singkat , yaitu :

- Mudah dalam pemrograman atau pemrograman *Intuitif* menghemat waktu
- *Comissioning* mudah (Pemrograman melalui USB/Ethernet, fungsi *upload*, menyimpan adat mengembalikan data)
- Fleksibilitas dan Skalabilitas.



Gambar 2.15 Software *SoMachine Basic*^[9]

PLC juga menyajikan beberapa bentuk bahasa dan cara untuk memprogram suatu PLC. Blok diagram pemrosesan PLC *Schneider* ditunjukkan pada **Gambar 2.16**. Bentuk bahasa dan cara pemrograman diantaranya:

a. Bahasa Ladder atau bahasa grafis

Bahasa jenis ini merupakan penggambaran diagram relay ke dalam program, sehingga bahasa ladder ini sangat cocok untuk proses sistem kombinasional yang menyajikan elemen dasarnya, yakni kontaktor dan koil. Kalkulasi numeris dapat diprogramkan menggunakan bahasa jenis ini dengan menuliskannya di dalam blok operasi yang telah disediakan oleh perangkat lunak.^[12]

b. Bahasa boolean atau bahasa list instruksi

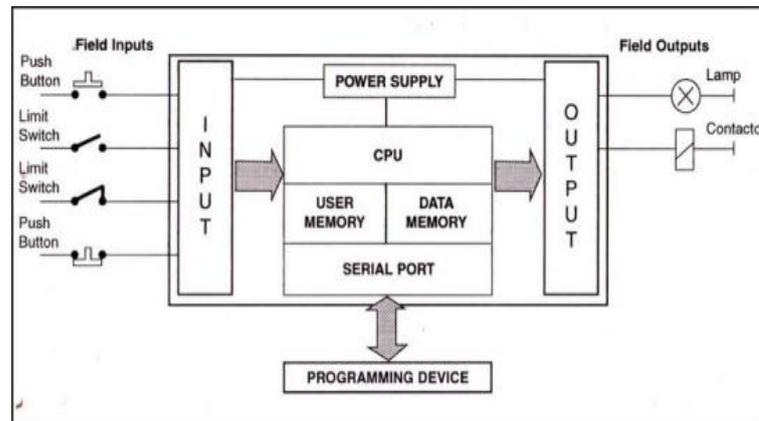
Bahasa jenis ini dapat dikatakan sebagai sebuah bahasa mesin untuk menuliskan operasi-operasi proses numeris atau logis.^[12]

c. Bahasa teks terstruktur

Bahasa jenis ini memungkinkan pembuatan berbagai algoritma kendali pada PLC. Bahasa teks terstruktur merupakan sebuah tipe bahasa pemrosesan data yang menggunakan penulisan terstruktur dari proses logis dan numeris.^[12]

d. Bahasa *grafcet*

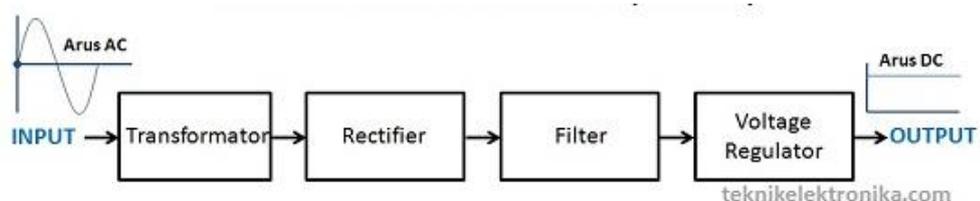
Bahasa ini digunakan untuk mempresentasikan operasi dari sebuah sistem kontrol sekuensial di dalam cara grafis dan terstruktur.^[17]



Gambar 2.16 Blok Diagram Pemrosesan *PLC Schneider*^[12]

2.2.5 Catu Daya

Peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan Elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian Elektronika-nya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC *Power supply* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. DC *Power supply* atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”. **Gambar 2.17** merupakan blok diagram dari catu daya.

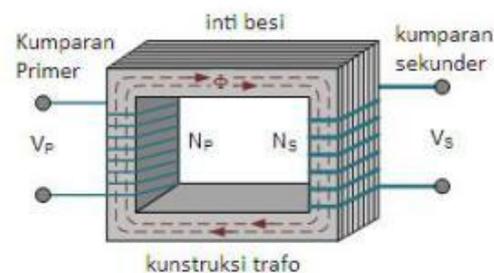


Gambar 2.17 Blok Diagram Catu Daya^[1]

Sebuah *DC Power supply* atau *Adaptor* pada dasarnya memiliki 4 bagian utama, agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut di antaranya adalah *Transformer*, *Rectifier*, *Filter* dan *Voltage Regulator*.^[13]

2.2.5.1 Transformator *Step Down*

Transformator (trafo) adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan bolak-balik (AC). Transformator terdiri dari 3 komponen pokok yaitu: kumparan pertama (*primer*) yang bertindak sebagai *input*, kumparan kedua (*sekunder*) yang bertindak sebagai *output*, dan inti besi yang berfungsi untuk memperkuat medan magnet yang dihasilkan. **Gambar 2.18** merupakan bagian inti dari trafo *step down*.



Gambar 2.18 *Bagian Inti Trafo*^[13]

Prinsip kerja dari sebuah transformator adalah sebagai berikut. Ketika Kumparan *primer* dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan *primer* menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumparan *sekunder*, sehingga pada ujung-ujung kumparan *sekunder* akan

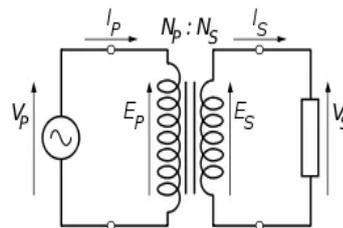
timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*).

Transformator *Step Down* yaitu transformator yang mengubah tegangan bolak-balik tinggi menjadi rendah. Transformator ini mempunyai jumlah lilitan kumparan *primer* lebih banyak daripada jumlah lilitan sekunder ($N_p > N_s$)^[11].

Gambar 2.19 merupakan gambar dasar rangkaian trafo.

Rumus Perbandingan Trafo

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} \dots\dots\dots(2.2)^{[16]}$$



Gambar 2.19 Dasar Rangkaian Trafo

V_p = tegangan pada kumparan *primer* (volt)

V_s = tegangan pada kumparan sekunder (volt)

I_p = arus pada kumparan *primer* (A)

I_s = arus pada kumparan sekunder (A)

N_p = banyak lilitan *primer*

N_s = banyak lilitan sekunder

dan rumus efisiensi trafo :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \text{ atau } \eta = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \quad \text{-----} \quad (2.3)^{[13]}$$

η = efisiensi transformator (%)

P_s = daya pada kumparan sekunder (W)

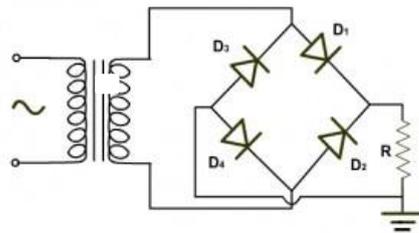
P_p = daya pada kumparan *primer* (W)

I_s = arus pada kumparan sekunder (A)

I_p = arus pada kumparan *primer* (A)

2.2.5.2 Rectifier Penyearah Gelombang Penuh

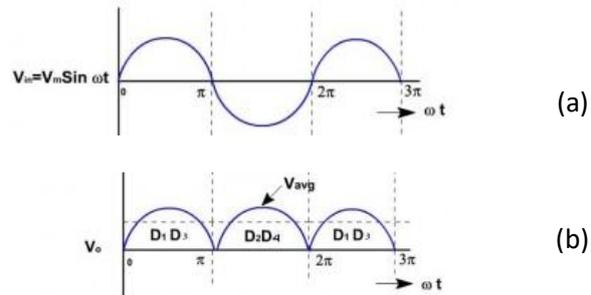
Penyearah gelombang penuh dapat dibuat dengan 2 macam yaitu, menggunakan 4 diode dan 2 diode. Untuk membuat penyearah gelombang penuh dengan 4 diode menggunakan transformator non-CT. **Gambar 2.20** merupakan gambar *full wave rectifier 4 bridge*.



Gambar 2.20 Full Wave Rectifier 4 Bridge^[13]

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode diatas dimulai pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi forward bias dan D2, D3 pada posisi reverse bias, sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan dilewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat *output* transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi forward bias dan D1, D2 pada posisi

reverse bias, sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. ^[13] **Gambar 2.21.** merupakan grafik dari *full wave rectifier output*.

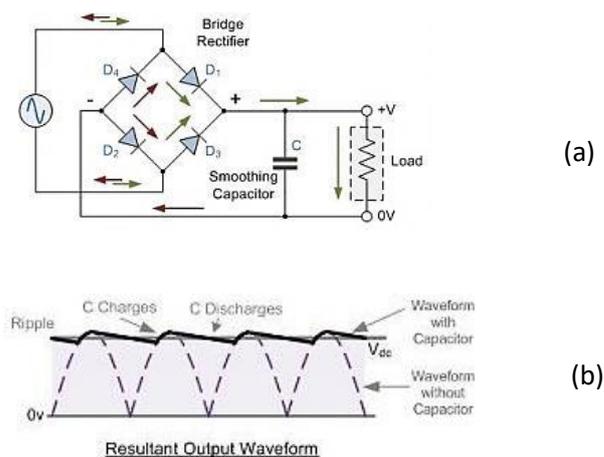


Gambar 2.21 Full Wave Rectifier Output^[13]

(a) Sebelum Dioda; (b) Setelah Dioda

2.2.5.3 Filter

Agar tegangan penyearahan gelombang AC lebih rata dan menjadi tegangan DC maka dipasang *filter* kapasitor pada bagian *output* rangkaian penyearah. **Gambar 2.22** merupakan gambar dari *full wave rectifier full wave bridge filter* (a) rangkaian; (b) *output*.



Gambar 2.22 Full Wave Rectifier Bridge Filter; (a) Rangkaian; (b)

Output^[13]

Fungsi kapasitor pada rangkaian di atas untuk menekan ripple yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang *filter* kapasitor maka *output* dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC (*Direct Current*) yang dapat diformulasikan sebagai berikut^[13] :

$$V_{dc} = \frac{2V_{max}}{\pi} \text{-----} (2.4)^{[1]}$$

Kemudian untuk nilai ripple tegangan yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V_{Ripple} = \frac{I_{Load}}{fC} \text{-----} (2.5)^{[13]}$$

2.2.5.4 IC Fix Voltage Regulator

Regulator tegangan adalah bagian *power supply* yang berfungsi untuk memberikan stabilitas *output* pada suatu *power supply*. *Output* tegangan DC dari penyearah tanpa regulator mempunyai kecenderungan berubah harganya saat dioperasikan. Adanya perubahan pada masukan AC dan variasi beban merupakan penyebab utama terjadinya ketidakstabilan pada *power supply*. Pada sebagian peralatan elektronika, terjadinya perubahan catu daya akan berakibat cukup serius. Untuk mendapatkan pencatu daya yang stabil diperlukan regulator tegangan. Regulator tegangan untuk suatu *power supply* paling sederhana adalah menggunakan dioda zener, tetapi ada juga yang menggunakan IC Regulator.

Salah satu IC regulator yaitu *Fixed Voltage Regulator*. *Fixed Voltage Regulator* adalah jenis IC regulator tetap atau pengatur tegangan tetap. Batas

output tegangan yang dihasilkan oleh IC nilainya tetap. Contoh IC 7805 memiliki batas nilai *output* 5 volt dan tidak bisa diubah lagi.

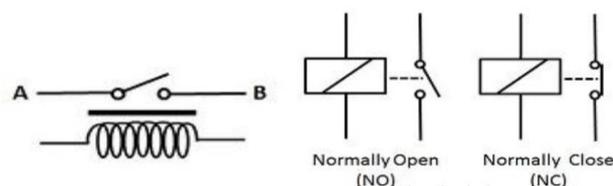
Fixed Voltage Regulator dibedakan menjadi dua jenis yakni *Positive Voltage Regulator* dan *Negative Voltage Regulator*. Contoh dari *Positive Voltage Regulator* adalah IC 78xx. Nilai yang ada di belakang tipe IC atau nilai xx menunjukkan batas nilai tegangan IC tersebut. Misal 7805 punya batas nilai 5 volt, 7809 punya batas 9 volt, dan 7812 punya batas 12 volt.

Sedangkan contoh *Negative Voltage Regulator* adalah IC tipe 79xx seperti 7905 dan 7912. Sebenarnya *Positive Voltage Regulator* dan *Negative Voltage Regulator* punya fungsi sama. Yang membedakan antara dua jenis IC *fixed* regulator tersebut hanyalah polaritas yang ada pada tegangan *output*nya.^[13]

2.2.6 Relay

Relay adalah suatu komponen elektronika yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk memutus atau menghubungkan aliran besaran listrik.

Gambar 2.23 merupakan gambar dari rangkaian relay.



Gambar 2.23 Relay^[14]

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. *Common*, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (dalam keadaan normal).

2. Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
3. Kontak, merupakan sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada atau tidaknya arus listrik pada coil. Ada 2 jenis kontak pada relay yaitu :
 - a. *Normaly open* adalah kondisi *relay* di mana sebelum mendapatkan logic 1 atau tidak mendapatkan tegangan adalah terbuka (*OFF*).
 - b. *Normaly close* adalah kondisi *relay* di mana sebelum mendapatkan logic 1 atau tidak mendapatkan tegangan adalah menutup (*ON*).



Gambar 2.24 Modul Relay MY2N^[15]

Modul relay MYN2N ditunjukkan pada **Gambar 2.24**. Modul *Relay* ini digunakan sebagai *electronic-switch* yang dapat digunakan untuk mengendalikan *ON/OFF* peralatan listrik berdaya besar, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- 1) Menggunakan *Relay* Omron 24VDC.
- 2) Menggunakan tegangan rendah, 24VDC, sehingga dapat langsung dihubungkan pada sistem mikrokontroler.
- 3) Tipe *relay* adalah DPDT, tapi dalam alat ini kami memakai hanya 1 polenya saja: 1 COMMON, 1 NC (*Normally Close*), dan 1 NO (*Normally Open*).
- 4) Memiliki daya tahan sampai dengan 10A.

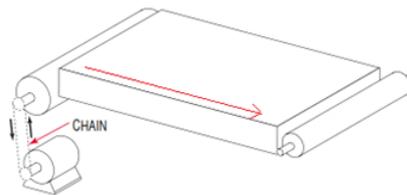
- 5) Pin pengendali dapat dihubungkan dengan port mikrokontroler mana saja, sehingga membuat pemrogram dapat leluasa menentukan pin mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendali.
- 6) Dilengkapi rangkaian penggerak (*driver*) *relay* dengan level tegangan TTL, sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler.
- 7) Driver bertipe “*active high*” atau kumparan *relay* akan aktif saat pin pengendali diberi logika “1”.
- 8) Deskripsi : Modul ini menggunakan *Relay Omron* untuk kontrol, voltase AC maks pada 250VAC dan 125VDC, arus rata-rata pada 5A saat ini maksimum 10A. Pada dasarnya menghubungkan TTL tinggi dan TTL terbuka atau rendah. Tegangan operasi 24VDC. Dengan lubang baut tetap untuk memudahkan pemasangan.
- 9) Sambungan : VCC *connect to* 24VDC, GND *connect to* GND, 1N1-1N3 *relay control interface connected to* port Q1 PLC.

2.2.7 Konveyor

Konveyor/*Conveyor* adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. *Conveyor* banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan.^[16]

Dalam kondisi tertentu, *Conveyor* banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. *Conveyor* dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang

tetap agar sistem *Conveyor* mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinu^[2]. **Gambar 2.25** merupakan gambar desain *conveyor* bergerak.

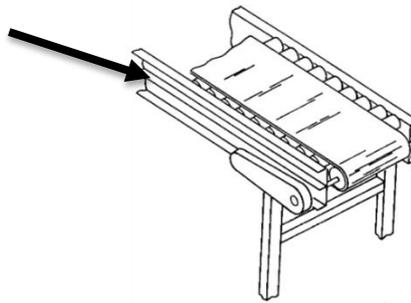


Gambar 2.25 *Conveyor* bergerak^[16]

2.2.8 *Belt Conveyor*

Belt Conveyor atau ban berjalan adalah alat transportasi yang paling efisien dalam pengoperasiannya jika dibanding dengan alat berat / truk untuk jarak jauh, karena dapat mentransport material lebih dari 2 kilometer, tergantung desain *belt* itu sendiri. Material yang ditransport dapat berupa *powder*, *granular* atau *lump* dengan kapasitas lebih dari 2000 ton/jam, hal ini berkembang seiring dengan kemajuan disain *belt* itu sendiri. Saat ini sudah dikembangkan *belt conveyor* jenis *long curve*, yaitu *belt* dengan lintasan kurva horizontal maupun vertikal dengan radius minimum 400 m, sehingga sangat cocok untuk medan berliku dan jarak jauh. Keuntungan lainnya penggunaan *belt* adalah kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan, tetapi *belt* tidak tahan temperatur di atas 200 0C. Dengan *belt Conveyor*, material dapat diumpan disepanjang lintasan, begitu juga pengeluarannya. Jenis *belt* bisa berupa *textil rubber belt*, *metal belt*, *steel cord belt*. Jenis yang paling banyak dipakai adalah jenis *textil rubber belt*.

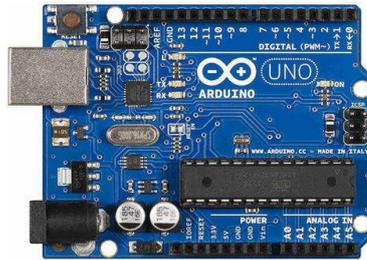
Lintasan *belt* dapat direncanakan horizontal, *inklinasi*, kombinasi inklinasi dan horizontal. Sudut kemiringannya tergantung koefisien gesek antara material yang diangkut. Dalam prakteknya sudut inklinasi berkisar antara 7° – 10° lebih kecil dari sudut gesek material *belt*. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan *belt* (*belt sag*) antara *idler roller*, sehingga *inklinasi* lebih besar dari *inklinasi belt* itu sendiri^[17]. **Gambar 2.26** merupakan gambar dari *belt conveyor*.



Gambar 2.26 *Belt Conveyor*^[17]

2.2.9 Arduino Uno

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output* (atau biasa ditulis *I/O*, di mana 14 pin di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin *input analog*, menggunakan *crystal* 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP dan tombol *reset*. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler^[7]. **Gambar 2.27** merupakan gambar dari arduino uno R3 dan spesifikasi arduino uno R3 dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.



Gambar 2.27 Arduino Uno

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno

SPESIFIKASI ARDUINO UNO	
Mikrokontroler	ATMega328
Operasi Tegangan	5 Volt
<i>Input</i> Tegangan (direkomendasikan)	7-12 Volt
<i>Input</i> Tegangan (batas)	6 – 20 Volt
Pin I/O <i>Digital</i>	14 (dimana 6 termasuk <i>output</i> PWM)
Pin I/O <i>Digital</i> PWM	6
Pin <i>Input Analog</i>	6
Arus DC tiap pin I/O	20 mA
Arus DC ketika 3,3 V	50 mA
Memori <i>Flash</i>	32 kB
SRAM	2 kB (ATmega 328P)
EEPROM	1 Kb (ATmega 328P)
Kecepatan <i>Clock</i>	16MHz
LED_Builtin	13
Panjang	68.6 mm
Lebar	53.4 mm
Berat	25 g

Pada bagian ini akan dijelaskan fungsi dari pin dan terminal pada *Board Arduino Uno*. *Board Arduino Uno* dapat dilihat pada **Gambar 2.28**.



Gambar 2.28 *Board Arduino Uno*

- ***USB to Computer***

Digunakan untuk koneksi ke komputer atau alat lain menggunakan komunikasi serial RS-232 standart. Bekerja ketika JP0 dalam posisi 2-3.

- ***DC1, 2.1mm power jack***

Digunakan sebagai sumber tegangan (catu daya) dari luar, sudah terdapat regulator tegangan yang dapat meregulasi masukan tegangan antara +7V sampai +18V (masukan tegangan disarankan antara +9V s/d +12V). Pin 9V dan 5V dapat digunakan sebagai sumber ketika diberi sumber tegangan dari luar.

- ***ICSP, 2x3 pinheader***

Untuk memprogram *bootloader* ATmega atau memprogram Arduino dengan *software* lain, keterangan tiap fungsi pin dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Keterangan pin ICSP pada Arduino Uno

1	MISO	+5V	2
3	SCK	MOSI	4
5	RST	GND	6

- **JP0, 3 pin jumper**

Ketika posisi 2-3 *board* pada keadaan *serial enabled* (X1 *connector* dapat digunakan). Ketika posisi 1-2 *board* pada keadaan *serial disabled* (X1 *connector* tidak berfungsi) dan eksternal *pull-down resistors* pada pin0 (RX) dan pin1 (TX) dalam keadaan aktif, resistor *pull-down* untuk mencegah *noise* dari RX.

- **JP4**

Ketika pada posisi 1-2, *board* dapat mengaktifkan fungsi *auto-reset*, yang berfungsi ketika meng-*upload* program pada *board* tanpa perlu menekan tombol *reset* S1.

- **S1**

Adalah *push-button* yang berfungsi sebagai tombol *reset*.

- **LED**

POWER led: menyala ketika Arduino dinyalakan dengan diberi tegangan dari DC1.

RX led : berkedip ketika menerima data melalui komputer lewat komunikasi serial

TX led : berkedip ketika mengirim data melalui komunikasi serial

L led : terhubung dengan *digital* pin13. Berkedip ketika *bootloading*.

- **Digital Pinout I/O**

8 *digital pin inputs/outputs*: 0-7 (terhubung pada PORT D dari ATmega). Pin-0(RX) dan PIN-1(TX) dapat digunakan sebagai pin komunikasi. Untuk ATmega168/328 pin 3,5 dan 6 dapat digunakan sebagai *output* PWM. Enam (6) *pin inputs/outputs digital*: pin 8-13 (terhubung pada PORT B). Pin10(SS), Pin11(MOSI), pin12(MISO), pun13(SCK) yang bisa digunakan sebagai SPI

(*Serial Peripheral Interface*). Pin 9,10, dan 11 dapat digunakan sebagai *output* PWM untuk ATmega8 dan ATmega168/328.

- **Analog Pinout I/O**

Enam (6) *analog input analog*: pin 0-5(A0-A5) (terhubung pada PORT C). Pin4 (SDA) dan pin5 (SCL) yang dapat digunakan sebagai I2C (*two-wire serial bus*).

Pin analog ini dapat digunakan sebagai pin digital14 (A0) sampai pin digital pin19(A5).

2.2.9.1 Software Pemrograman Arduino

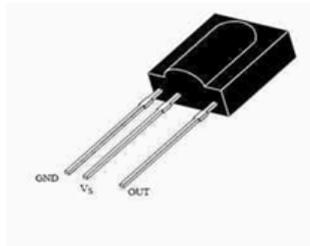
IDE (*Integrated Development Environment*) *Arduino* merupakan aplikasi yang mencakup editor, *compiler*, dan *uploader* dapat menggunakan semua modul keluarga *Arduino*, seperti *Arduino Duemilanove*, *Uno*, *Bluetooth*, *Mega*, *Due*. Kecuali ada beberapa tipe *board* produksi *Arduino* yang memakai mikrokontroler di luar seri AVR, seperti mikroprosesor ARM. *Editor Sketch* pada IDE *Arduino* juga mendukung fungsi penomoran baris, *syntax highlighting*, yaitu pengecekan sintaksis kode *sketch*. Sebelum menjalankan program pada *Arduino* ^[18]. **Gambar 2.29** merupakan software IDE *arduino*.



Gambar 2.29 Software IDE *Arduino*

2.2.10 Sensor *Infrared*

Infrared (IR) detektor atau sensor inframerah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya inframerah (*infrared*, IR). Sensor inframerah atau detektor inframerah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai *IR Detector Photomodules*. *IR Detector Photomodules* merupakan sebuah *chip detektor inframerah* digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (*amplifier*)^[19]. **Gambar 2.27** merupakan gambar dari sensor inframerah.



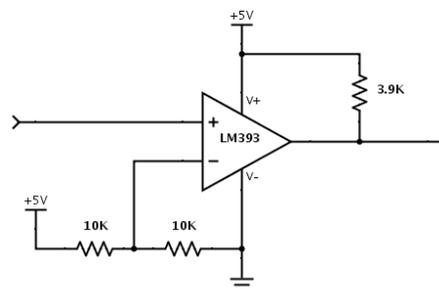
Gambar 2.30 Sensor inframerah ^[19]

Konfigurasi pin *infrared* (IR) *receiver* atau penerima inframerah tipe TSOP adalah output (Out), Vs (VCC +5 volt DC), dan Ground (GND). Sensor penerima inframerah TSOP (*TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules*) memiliki fitur-fitur utama yaitu fotodiode dan penguat dalam satu *chip*, keluaran aktif rendah, konsumsi daya rendah, dan mendukung logika TTL dan CMOS. Detektor inframerah atau sensor inframerah jenis TSOP (*TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules*) adalah penerima inframerah yang telah dilengkapi filter frekuensi 30-56 kHz, sehingga penerima langsung mengubah frekuensi tersebut menjadi logika 0 dan 1. Jika detektor inframerah (TSOP) menerima frekuensi *carrier* tersebut, maka pin keluarannya

akan berlogika 0. Sebaliknya, jika tidak menerima frekuensi *carrier* tersebut, maka keluaran detektor inframerah (TSOP) akan berlogika 1. ^[19]

2.2.11 Komparator

Komparator adalah sebuah rangkaian yang dapat dengan cermat membandingkan besar tegangan yang di hasilkan. Rangkaian ini biasanya menggunakan komparator *Op-Amp* sebagai piranti utama dalam sebuah rangkaian. **Gambar 2.31** merupakan rangkaian dari komparator.



Gambar 2.31 Rangkaian Komparator

Komparator digunakan sebagai pembanding dua buah tegangan. Komparator bisa dibuat dari konfigurasi *open-loop Op Amp*. Pada topik ini, komparator digunakan untuk pembanding dua buah tegangan yang berasal dari input sensor dengan tegangan referensi pada Pengkondisi Sinyal.