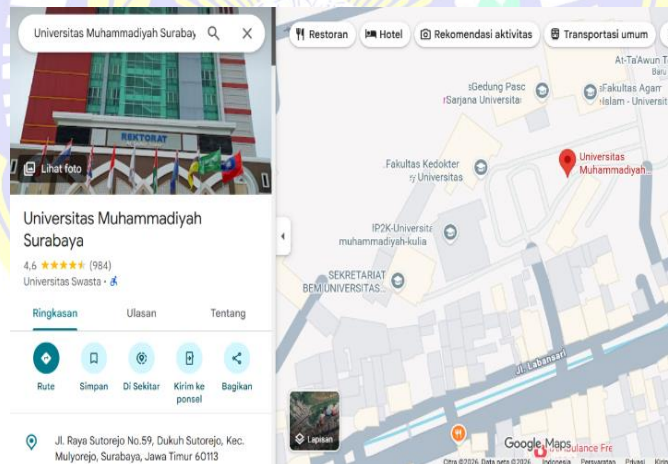


## BAB III METODOLOGI

Pada penelitian ini, metode eksperimen digunakan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem PID pada *belt conveyor*. Oleh karena itu, agar penelitian dapat berhasil, pemilihan metode harus sesuai dengan tujuan, karakteristik penelitian, dan prosedur yang dilakukan selama penelitian. Berikut merupakan Langkah – Langkah yang dilakukan untuk menganalisis betapa penting dan keselamatan dalam penggunaannya.

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan di laksanakan pada bulan Februari 2026 sampai dengan Juni 2026. Lokasi penelitian ini dilaksanakan di lab fakultas TEKNIK Universitas Muhammadiyah Surabaya tepatnya di Jl. Raya Sutorejo No.59, Surabaya



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

### 3.2 Jadwal Penelitian

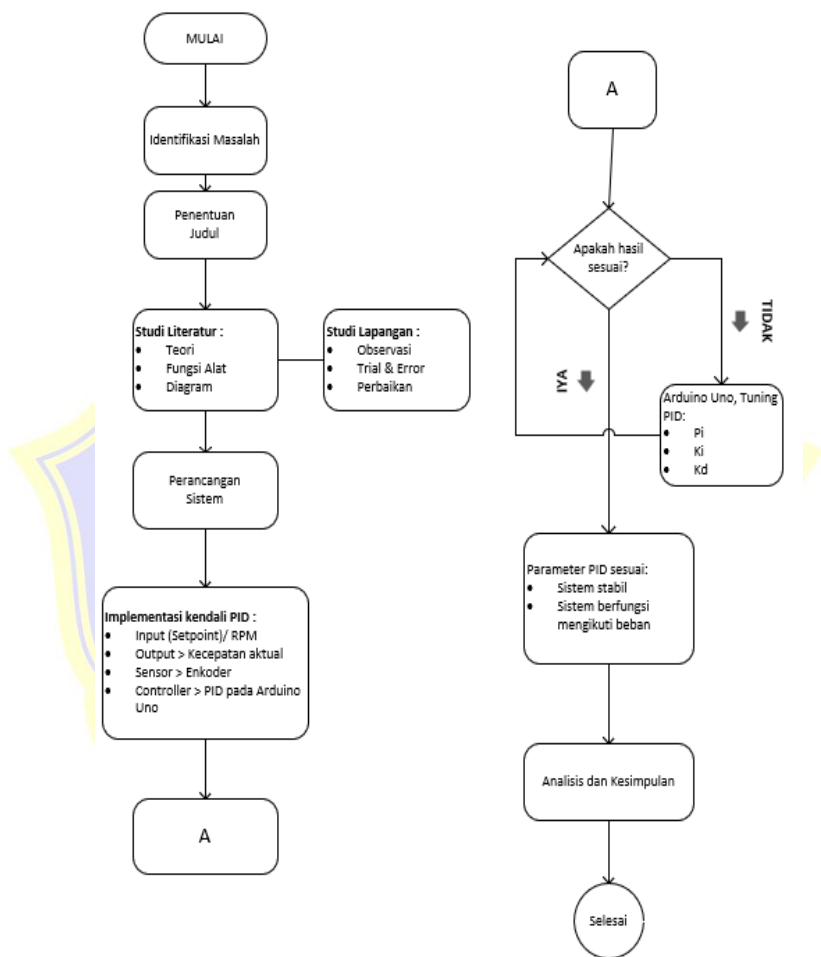
Setelah di lakukan perancangan dan penentuan waktu pelaksanaan penelitian, maka dapat dirancang sebuah jadwal penelitian seperti yang terlihat pada gambar tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

| <b>JADWAL PENELITIAN</b>                                                                |                                   |         |         |     |         |          |          |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|---------|-----|---------|----------|----------|--|
| Judul : Rancang Bangun Kendali PID Untuk Pengaturan Kecepatan Konveyor Berbasis Arduino |                                   |         |         |     |         |          |          |  |
| Prodi : TEKNIK Elektro S1                                                               |                                   |         |         |     |         |          |          |  |
| <b>2026</b>                                                                             |                                   |         |         |     |         |          |          |  |
| N<br>o                                                                                  | Kegiatan                          | Fe<br>b | Ma<br>r | Apr | Me<br>i | Ju<br>ni | Jul<br>i |  |
| 1                                                                                       | Persiapan                         |         |         |     |         |          |          |  |
|                                                                                         | 1.1 Menentukan Judul              |         |         |     |         |          |          |  |
|                                                                                         | 1.2 Studi Literatur               |         |         |     |         |          |          |  |
|                                                                                         | 1.3 Review Teori dan Kesimpulan   |         |         |     |         |          |          |  |
| 2                                                                                       | Penelitian                        |         |         |     |         |          |          |  |
|                                                                                         | 2.1 Survei Alat                   |         |         |     |         |          |          |  |
|                                                                                         | 2.2 Pembelian dan Pengecekan Alat |         |         |     |         |          |          |  |

|   |                                                     |  |  |  |  |  |  |  |
|---|-----------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
|   | 2.3<br>Merangkai<br>Alat,<br>Testing<br>dan Error   |  |  |  |  |  |  |  |
|   | 2.4 Proses<br>tunning<br>PID dan<br>hasil           |  |  |  |  |  |  |  |
|   | 2.5<br>Analisis<br>Masalah<br>dan<br>Kesimpula<br>n |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Menyusun<br>Analisa                                 |  |  |  |  |  |  |  |
|   | 3.1<br>Membuat<br>Laporan<br>Analisa                |  |  |  |  |  |  |  |
|   | 3.2<br>Meninjau<br>dan<br>Perbaikan<br>Laporan      |  |  |  |  |  |  |  |

### 3.3 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

### 3.4 Identifikasi

Untuk menjelaskan gambar 3.2 ada langkah – langkah dalam identifikasi untuk permasalahan pada penelitian adalah sebagai berikut:

#### 3.4.1 Identifikasi Masalah

Langkah awal sebelum melakukan penelitian adalah mengidentifikasi masalah atau perumusan masalah yang akan diteliti terlebih dahulu. Selanjutnya menentukan judul dari penelitian yang dilakukan berdasarkan permasalahan yang ada.

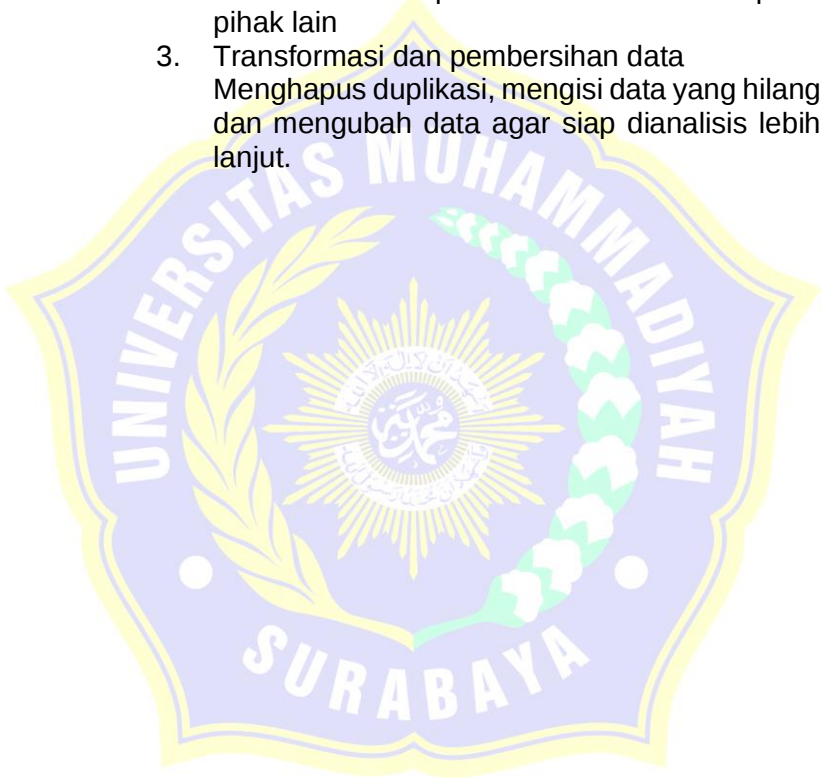
#### 3.4.2 Studi Literatur

Tahapan ini melakukan pendalaman materi mengenai teori – teori dasar terkait penggunaan alat- alat dan software program. Studi ini juga mencakup kajian perubahan PID terhadap perubahan beban atau *load* pada konveyor sehingga mempengaruhi kecepatan atau RPM motor listrik DC.

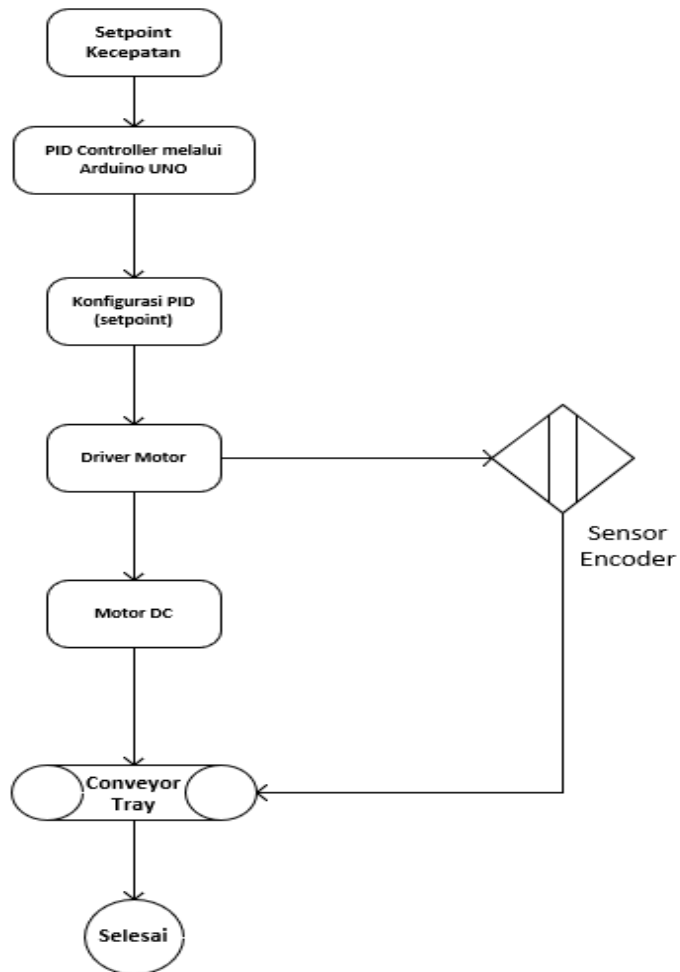
#### 3.4.3 Pengumpulan Datasheet & Alat

Dalam merancang bangun kendali PID untuk pengaturan kecepatan konveyor berbasis Arduino menggunakan software Arduino IDE yang digunakan untuk komunikasi dan editing *command promont/program* pada Arduino. Softwae ini berfungsi untuk monitoring online dan editing *command promont/program* secara *real time*. Fungsi analisis Datasheet ini bertujuan untuk mengolah data menjadi informasi yang berguna, diantaranya :

1. Menyajikan informasi terstruktur  
Memudahkan identifikasi alat dan memudahkan dalam membaca karena format mudah dibaca untuk umum.
2. Visualisasi data  
Sering digunakan dasar membuat grafik atau bar untuk mempermudah komunikasi pada pihak lain
3. Transformasi dan pembersihan data  
Menghapus duplikasi, mengisi data yang hilang dan mengubah data agar siap dianalisis lebih lanjut.



### 3.5 Diagram Sistem Kontrol PID



Gambar 3.3 Diagram Kontrol PID Motor DC

### 3.6 Parameter Kontrol PID

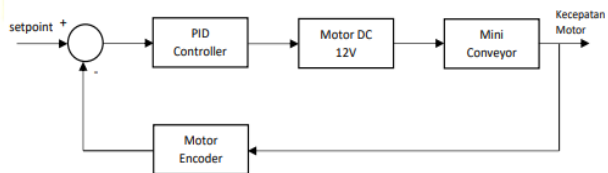
Untuk menjelaskan gambar 3.3 setelah parameter PID ( $K_p$ ,  $K_i$ , dan  $K_d$ ) diperoleh dan menghasilkan respons sistem yang sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, proses tuning dinyatakan berhasil. Selanjutnya dilakukan pengambilan dan analisis data untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan parameter seperti error, overshoot, settling time, dan kemampuan sistem dalam mencapai setpoint. Hasil analisis kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai efektivitas kontrol PID yang diterapkan. Apabila tujuan penelitian telah tercapai dan sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan, maka penelitian dinyatakan selesai. Dan bila efektivitas motor DC belum tercapai maka dilakukan penyesuaian Proportional ( $K_p$ ), Integral ( $K_i$ ), dan Derivative ( $K_d$ ) yang sesuai dengan karakteristik sistem hingga error yang dihasilkan kecil.

### 3.7 Desain Rancang Bangun

Agar tercapai tujuan yang diinginkan pada gambar 3.3 ini maka ditentukan desain rancang bangun berupa perancangan desain sistem, perangkat lunak dan perangkat keras.

#### 3.4.1 Perencanaan Desain Sistem

Desain sistem rancang kontroller PID motor DC pada *conveyor* ditunjukan gambar 3.4



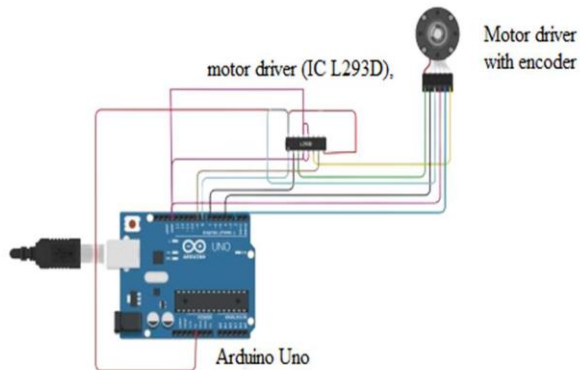
Gambar 3.4 Diagram blok desain sistem

Pada diagram blok gambar 3.4 *setpoint* merupakan masukan kecepatan motor yang nantinya akan di tuning oleh *PID control*. Di *PID controller* ini nantinya akan di kontrol kecepatan motor agar stabil/optimal. Untuk tegangan motor DC sendiri 24VDC tenaganya dialirkan langsung ke mini *conveyor*. Hasil kecepatan motor nantinya akan di ukur oleh Motor Encoder dan dibandingkan nilai outputnya dengan *setpoint* hampir sama atau tidak. Karena diharapkan untuk nilai erornya sendiri antara 2%-5% dari *setpoint*.

Dalam melakukan percobaan di perlukan alur pengkabelan untuk menghubungkan pin pada komponen satu dengan lainnya yang di tunjukan pada tabel dan gambar *wiring connection* dibawah. [13]

Tabel 3.2 Perkabelan Antar Komponen

| <b>Motor Driver (IC L298 ) &gt; Motor DC dengan Encoder</b> |                |
|-------------------------------------------------------------|----------------|
| <i>Output 1 / Keluaran 1</i>                                | Motor Positive |
| <i>Supply Power 1 / Catu Daya 1</i>                         | Encoder Power  |
| <i>Output 2 / Keluaran 2</i>                                | Motor Negative |
| <b>Motor Driver (IC L298 ) &gt; Arduino UNO</b>             |                |
| Enable 1 & 2                                                | D8             |
| <i>Input 1 / Masukan 1</i>                                  | D7             |
| <i>Input 2 / Masukan 2</i>                                  | D9             |
| Ground                                                      | GND            |
| <i>Supply Power 1&amp;2 / Catu Daya 1&amp;2</i>             | 5VDC           |
| <b>Motor DC dengan Encoder &gt; Arduino UNO</b>             |                |
| Encoder Ground                                              | GND            |
| Channel A                                                   | D2             |
| Channel B                                                   | D4             |



Gambar 3.5 Hasil Wiring Connection

Untuk menjelaskan maksud tabel 3.2 dan gambar 3.5 pada rangkaian tersebut, Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengendali yang mengatur operasi motor DC berdasarkan program yang telah dibuat. Arduino mengirimkan sinyal kontrol berupa sinyal digital dan PWM (Pulse Width Modulation) ke IC L298 untuk menentukan arah serta kecepatan putaran motor. Selain itu, Arduino juga menerima sinyal umpan balik (feedback) dari encoder yang terpasang pada motor sehingga dapat mengetahui kondisi aktual motor selama beroperasi.

IC L298 berperan sebagai motor driver atau penguat daya yang menjembatani Arduino dengan motor DC. Hal ini diperlukan karena pin keluaran Arduino hanya mampu menghasilkan arus yang kecil, sedangkan motor DC membutuhkan arus yang lebih besar untuk dapat berputar. Oleh karena itu, L298 menerima sinyal kontrol dari Arduino kemudian mengubahnya menjadi keluaran daya yang cukup untuk menggerakkan motor. Driver ini juga

memungkinkan motor berputar searah jarum jam (clockwise) maupun berlawanan arah jarum jam (counterclockwise) sesuai perintah yang diberikan oleh Arduino.

Selanjutnya, motor DC dengan encoder berfungsi sebagai aktuator yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa putaran. Encoder yang terpasang pada motor menghasilkan pulsa-pulsa digital yang jumlahnya sebanding dengan kecepatan atau posisi putaran motor. Pulsa tersebut dikirim kembali ke Arduino sebagai sinyal feedback sehingga Arduino dapat menghitung nilai kecepatan aktual motor dalam satuan RPM (Revolutions Per Minute).

Hubungan ketiga komponen tersebut membentuk suatu sistem kontrol tertutup (closed-loop control system). Arduino memberikan perintah kecepatan melalui sinyal PWM kepada L298, kemudian L298 menggerakkan motor sesuai perintah tersebut. Saat motor berputar, encoder mengirimkan data kecepatan aktual ke Arduino. Data ini kemudian dibandingkan dengan nilai setpoint yang telah ditentukan. Jika terdapat selisih (error) antara kecepatan aktual dan setpoint, Arduino akan melakukan penyesuaian sinyal PWM sehingga kecepatan motor dapat dipertahankan sesuai nilai yang diinginkan.

### 3.4.2 Perencanaan Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini digunakan perangkat lunak Arduino IDE sebagai media untuk membuat, mengedit, dan mengunggah program ke mikrokontroler Arduino Uno. Arduino IDE juga dilengkapi dengan fitur Serial Monitor dan Serial Plotter yang dapat digunakan untuk menampilkan data dan grafik secara real-time. Melalui fitur tersebut, pengguna dapat mengamati respons sistem terhadap perubahan beban serta melakukan pengaturan parameter PID yaitu Kp (Proportional), Ki (Integral), dan Kd (Derivative) hingga diperoleh respons sistem yang optimal.

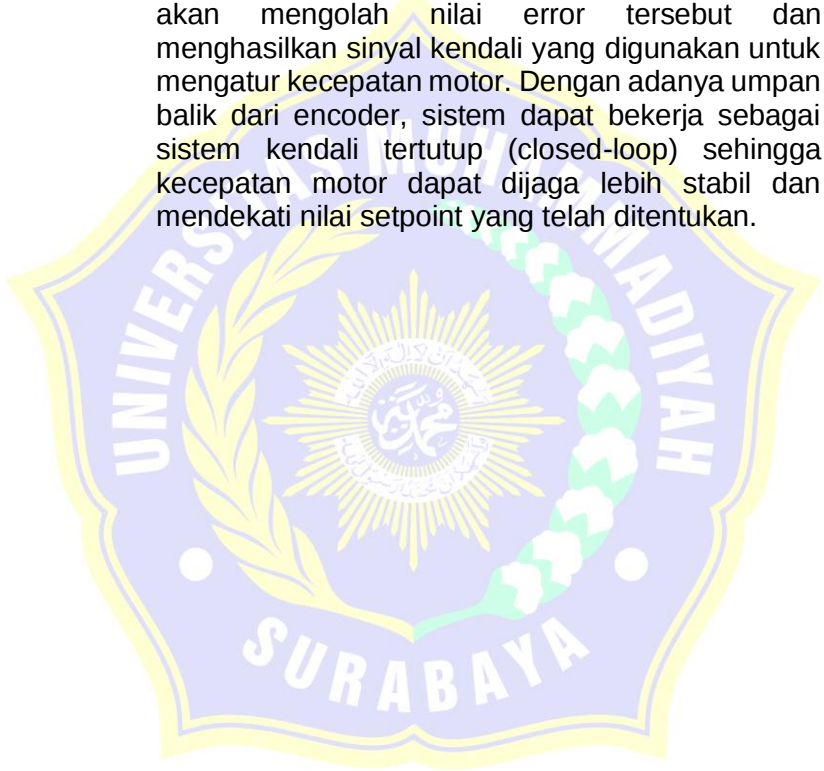
Arduino IDE ditulis menggunakan bahasa pemrograman Java dan didukung oleh berbagai library berbasis C/C++ yang memudahkan proses pemrograman. Dengan menggunakan library PID, pengguna dapat menerapkan metode kontrol PID pada sistem tanpa harus membuat seluruh algoritma dari awal. Program yang telah dibuat kemudian diunggah ke Arduino Uno untuk mengendalikan kecepatan motor DC sesuai dengan nilai setpoint yang ditentukan.

Nilai setpoint pada penelitian ini mengacu pada spesifikasi motor DC berdasarkan datasheet, yaitu berada pada rentang 0–1500 RPM. Beberapa variasi setpoint digunakan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mempertahankan kecepatan motor sesuai nilai yang diinginkan.

Sistem yang dirancang terdiri dari Arduino Uno, motor driver IC L298N, dan motor DC yang dilengkapi encoder. Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali utama yang menjalankan algoritma PID dan menghasilkan sinyal PWM. Sinyal tersebut diteruskan ke motor driver L298N yang berfungsi

sebagai penguat daya untuk menggerakkan motor DC. Encoder yang terpasang pada motor berfungsi sebagai sensor umpan balik yang mengirimkan informasi kecepatan putaran motor ke Arduino.

Data kecepatan yang diperoleh dari encoder akan dibandingkan dengan nilai setpoint untuk menghasilkan nilai error. Selanjutnya, algoritma PID akan mengolah nilai error tersebut dan menghasilkan sinyal kendali yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor. Dengan adanya umpan balik dari encoder, sistem dapat bekerja sebagai sistem kendali tertutup (closed-loop) sehingga kecepatan motor dapat dijaga lebih stabil dan mendekati nilai setpoint yang telah ditentukan.



### 3.4.3 Perencanaan perangkat keras

Perangkat keras diperlukan sebagai sarana untuk menjalankan semua perangkat lunak yang telah disebutkan sebelumnya. Dalam penelitian ini, perangkat keras yang digunakan spesifikasi sebagai berikut.

Laptop:

- Sistem operasi : Windows 11
- RAM : 8 GB
- Processor : Intel core i-7 11600H
- GPU : NVIDIA RTX 3050

Motor DC:

- *Operated voltage* : 12 VDC
- *Max. Operating voltage* : 14 VDC
- *Max. Continues current* : 4.5 A
- *Rated Per Minute* : 266 RPM
- *No-Load current* : 0.5 A

Belt Conveyor:

- Panjang : 870 mm
- Lebar : 70 mm
- Tinggi : 134 mm
- Beban Maksimum : 1-3 Kg