

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penyusunan tugas akhir ini perlu dilakukan literasi terhadap penelitian yang telah dilakukan terlebih dahulu. Penelitian yang berkaitan dengan Implementasi Local Host Menggunakan Protokol Komunikasi Modbus TCP pada Sistem Konveyor Sortir Tomat Menggunakan Arduino Mega 2560 dan Ethernet Shield yang telah diterapkan dibidang sistem kontrol, antara lain :

1. Perancangan Alat Sortir Buah Tomat Menggunakan Fuzzy Logic Sugeno Berbasis IoT [2]. Membahas tentang bagaimana menjelaskan pentingnya sortasi tomat dalam industri pertanian, termasuk tantangan dalam sortasi manual seperti ketidakakuratan dan inefisiensi dan menyajikan tujuan utama dari penelitian, yaitu merancang sistem otomatis untuk sortasi tomat menggunakan Konveyor dan sensor berat yang dikendalikan oleh Arduino Mega 2560.
2. Perancangan dan optimalisasi mesin filling dengan sistem SCADA menggunakan HMI WEINTEK MT8071IE berbasis Modbus TCP/IP [3]. Membahas tentang rancangan dan implementasi Optimalisasi Mesin Filling dengan sistem SCADA menggunakan HMI Weintek MT8071IE berbasis Modbus TCP/IP untuk mengawasi dan mengendalikan mesin Filling dari jarak jauh. Komunikasi yang digunakan untuk transmisi data dari perangkat antarmuka HMI menuju ke website phpMyAdmin dan aplikasi RealVNC Viewer berbasis Modbus TCP/IP dengan baud rate 9600 bps dan IP Address menggunakan IPv4 (192.168.4.211).
3. Racang Bangun dan Analisa Biaya Perangkat Sortasi Tomat Berdasar Sensor Berat Tipe Strain Gauge dan Pengolahan Citra Warna [4]. Membahas tentang perancangan sistem dengan mehingtung jumlah tomat menggunakan sensor inframerah dan *Load Cell HX711*.

2.2 Protokol Komunikai Modbus TCP/IP

Modbus TCP/IP adalah salah satu perangkat lunak jaringan komputer (networking software) yang terdapat dalam sistem, dan dipergunakan dalam

komunikasi data dalam local area network (LAN) maupun Internet. TCP singkatan dari Transfer Control Protocol dan IP singkatan dari Internet Protocol [5]. TCP/IP menjadi satu nama karena fungsinya selalu bergandengan satu sama lain dalam komunikasi data.

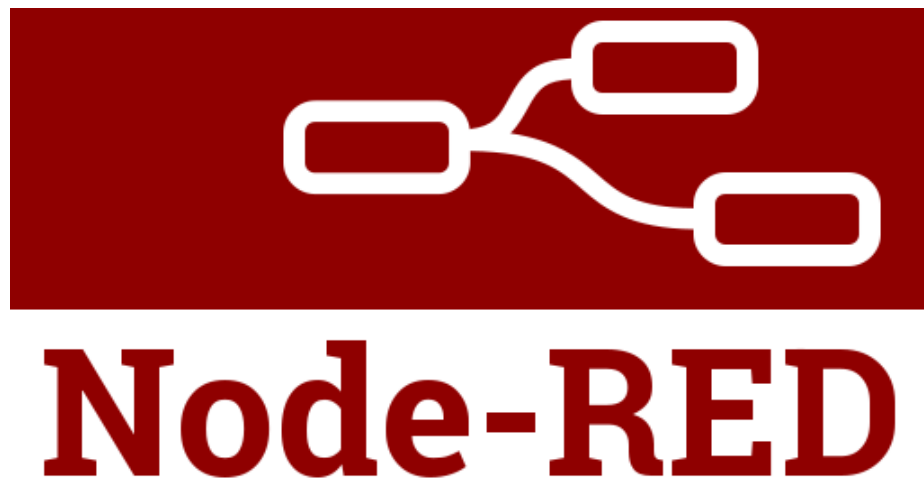
TCP/IP saat ini dipergunakan dalam banyak jaringan komputer lokal (LAN) yang terhubung ke Internet, karena memiliki sifat:

- a. Merupakan protokol standar yang terbuka, gratis dan dikembangkan terpisah dari perangkat keras komputer tertentu. Karena itu protokol ini banyak didukung oleh vendor perangkat keras, sehingga TCP/IP merupakan pemersatu perangkat keras komputer yang beragam merk begitu juga sebagai pemersatu berbagai perangkat lunak yang beragam merk sehingga walau anda memakai perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang berlainan dengan teman anda pada jaringan komputer berbeda, anda dan teman anda dapat berkomunikasi data melalui Internet.
- b. Berdiri sendiri dari perangkat keras jaringan apapun. Sifat ini memungkinkan TCP/IP bergabung dengan banyak jaringan 40 komputer. TCP/IP bisa beroperasi melalui sebuah Ethernet, sebuah token ring, sebuah saluran dial-up, sebuah X-25 dan secara virtual melalui berbagai media fisik transmisi data.
- c. Bisa dijadikan alamat umum sehingga tiap perangkat yang memakai TCP/IP akan memiliki sebuah alamat unik dalam sebuah jaringan komputer lokal, atau dalam jaringan komputer global seperti Internet.
- d. Protokol ini distandarisasi dengan skala tinggi secara konsisten, dan bisa memberikan servis kepada user-user di dunia [6].

2.2 Software Node-RED

Node-RED adalah sebuah tool berbasis browser untuk membuat aplikasi Internet of Things (IoT) yang mana lingkungan pemrograman visualnya mempermudah penggunaannya untuk membuat aplikasi sebagai “flow”. NodeRED mengambil jalur alternatif tersebut untuk pengembangan software. Pertama, ia adalah bahasa pemrograman visual. Daripada membuat aplikasi sebagai barisan

kodingan, Node-RED fokus ke program sebagai flow. Flow ini terbentuk dari node-node yang saling berhubungan di mana tiap node melakukan tugas tertentu. Walaupun Node-RED didesain untuk Internet of Things (IoT), ia juga dapat digunakan untuk keperluan umum dan untuk berbagai macam jenis aplikasi



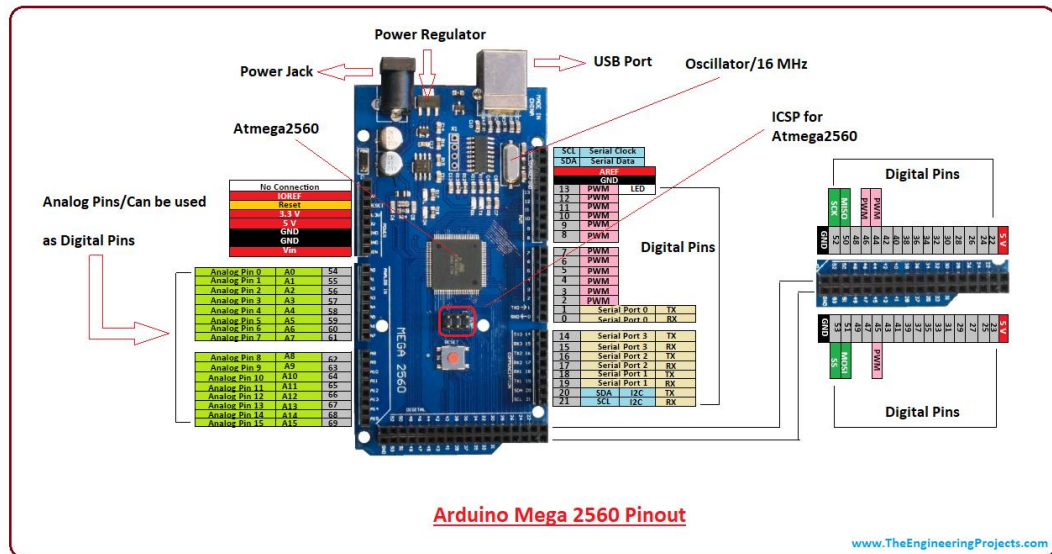
Gambar 2. 1 Software Node-RED

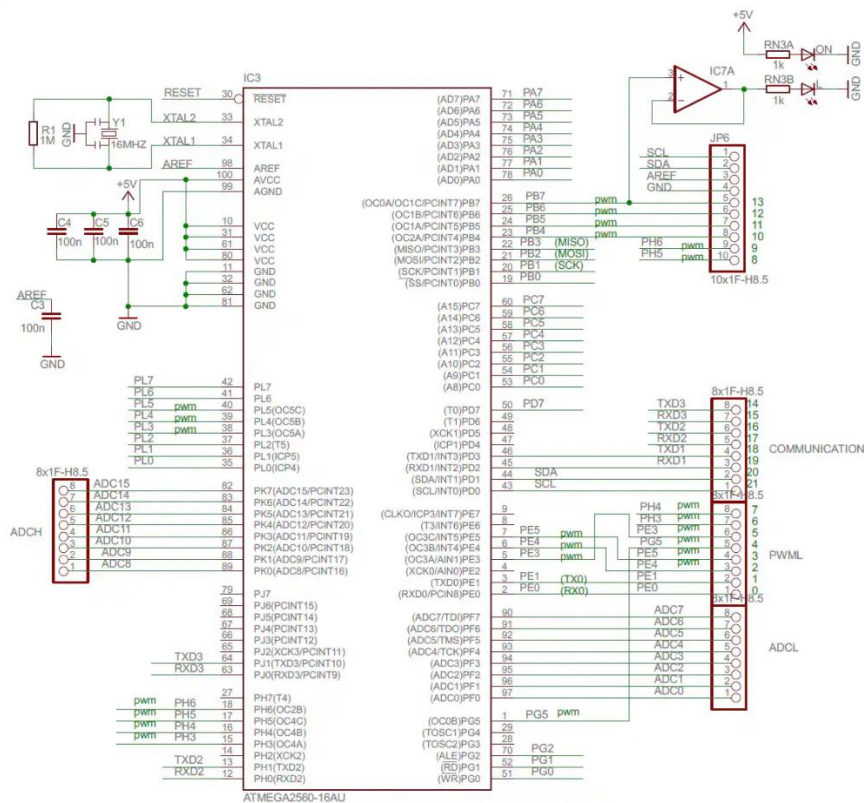
Sistem ini mendukung berbagai protokol komunikasi termasuk Modbus, OPC, dan MQTT. Memungkinkan integrasi yang mudah dengan berbagai perangkat keras dan sistem lainnya. Dalam konteks penelitian ini, Node-RED digunakan untuk memvisualisasikan data yang dikumpulkan oleh sensor warna dan load cell pada konveyor sortir tomat. Node-RED juga memungkinkan kontrol terhadap perangkat yang terhubung, seperti motor servo dan aktuator lainnya, berdasarkan data yang diterima. Dengan demikian, Node-RED berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengawasan serta pengendalian sistem otomatisasi, termasuk dalam aplikasi pengolahan dan pemrosesan tomat pada sistem konveyor ini [7].

2.3 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler yang dirancang untuk penelitian yang membutuhkan lebih banyak input/output (I/O) dibandingkan dengan papan Arduino lainnya, seperti Arduino Uno. Mikrokontroler ini

menggunakan chip ATmega2560 yang memiliki kemampuan lebih besar baik.





Gambar 2. 3 Rangkaian Skematik Arduino Mega 2560

Dari gambar 2.3 bisa dilihat bahwa arduino mega 2560 memiliki spesifikasi dibawah ini.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ATMega2560p
Jumlah pin I/O	54 Digital (15 PWM)/16 Analog
Tegangan Input	6-20 V
Tegangan Operasional	5 V
Clock Speed	16 MHz

Dari tabel 2.1 Arduino Mega 2560 dapat dioperasikan melalui sumber daya eksternal atau melalui koneksi USB. Tegangan input yang disarankan adalah 7-12V pada pin Vin, dengan regulator internal yang menurunkan tegangan menjadi 5V untuk operasi logika. Ada juga pin 3.3V untuk modul atau sensor yang

Tabel 2. 2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi	Keterangan
Chip	W5100
Kompatibilitas	Arduino Uno dan Mega
Kecepatan Data	10/100 Mbps
Tegangan Operasi	5v

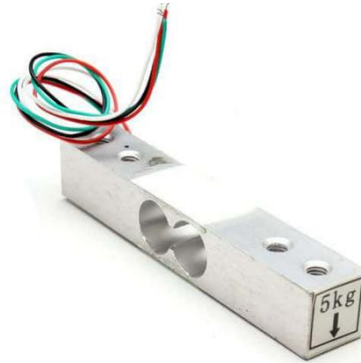
Dari tabel 2.2 Modul ini dilengkapi dengan chip W5100 atau W5500 yang berfungsi untuk menangani komunikasi TCP/IP, sehingga Arduino dapat mengakses internet atau berkomunikasi dengan perangkat lain di jaringan. Ethernet Shield dilengkapi dengan port RJ45 untuk kabel Ethernet dan dapat dipasang langsung di atas board Arduino, seperti Arduino Uno. Modul ini mendukung berbagai protokol komunikasi seperti HTTP, FTP, dan Modbus, dan sangat berguna untuk aplikasi IoT atau yang memerlukan koneksi jaringan.

2.5 Router

Router adalah perangkat jaringan yang berfungsi untuk menghubungkan beberapa jaringan dan mengarahkan lalu lintas data antara jaringan tersebut. Dalam konteks jaringan rumah atau kantor, router menghubungkan perangkat-perangkat seperti komputer, smartphone, atau perangkat lainnya ke internet melalui penyedia layanan internet (ISP) [10]. Router bekerja dengan memeriksa alamat IP tujuan dari paket data dan menentukan jalur terbaik untuk mengirimkannya ke tujuan yang tepat. Selain itu, router sering kali menyediakan fungsi keamanan seperti firewall dan jaringan Wi-Fi untuk perangkat nirkabel.

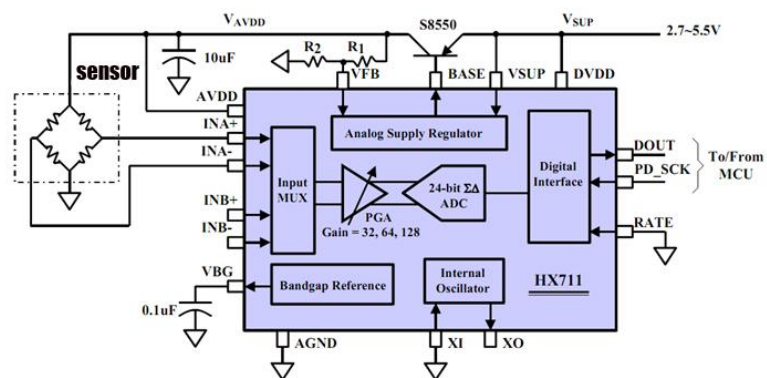
2.6 Sensor Load Cell HX711

Sensor Load Cell yang terhubung dengan modul HX711 adalah kombinasi perangkat yang digunakan untuk mengukur berat atau tekanan dengan akurasi tinggi. Load Cell merupakan sensor yang mengubah gaya (biasanya berat) menjadi sinyal listrik, sementara modul HX711 adalah penguat sinyal dan konverter analog-ke-digital (ADC) yang sangat sensitif, dirancang khusus untuk sensor berat. Pada gambar 2.6 adalah pinout dari sensor Loadcell HX711 [11]



Gambar 2. 5 Sensor Loadcell HX711

Load Cell bekerja dengan menggunakan prinsip resistansi. Ketika beban diberikan pada sensor, bentuk fisik Load Cell berubah sedikit dan mengubah resistansi internalnya. Perubahan resistansi ini menghasilkan perubahan kecil dalam tegangan, yang kemudian diperkuat dan diubah menjadi data digital oleh modul HX711. Modul ini memungkinkan pembacaan nilai berat yang akurat dari Load Cell, yang kemudian dapat diproses oleh mikrokontroler seperti Arduino atau ESP8266.



Gambar 2. 6 Rangkaian Skematik Sensor Load Cell HX711

Dari gambar 2.7 bisa dilihat bahwa sensor *Load Cell HX711* memiliki spesifikasi dibawah ini. Load cell terdiri dari empat elemen *strain gauge* yang dihubungkan dalam konfigurasi *wheatstone bridge*. Konfigurasi ini digunakan

untuk mengukur perubahan kecil dalam resistansi yang terjadi ketika load cell dibebani. Ketika beban diterapkan, strain gauge mengalami deformasi yang mengubah resistansinya, sehingga tegangan keluaran dari bridge berubah secara proporsional dengan beban yang diterapkan.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Loadcell HX711

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasional	3-5 VDC
Beban Maksimal	5 Kg
Sinyal Keluaran	24-Bit ADC

Load cell menghasilkan perubahan tegangan yang sangat kecil (sekitar beberapa milivolt), sehingga perlu diperkuat agar bisa dibaca oleh mikrokontroler seperti Arduino. Modul HX711 adalah penguat sinyal yang sering digunakan untuk keperluan ini. Modul ini dirancang khusus untuk sensor load cell dan dapat memperkuat sinyal dari Wheatstone Bridge serta mengubahnya menjadi data digital yang bisa dibaca oleh mikrokontroler.

$$RMS = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + \dots + e_n^2}{n}}$$

Untuk mendapatkan nilai error dari sensor Loadcell HX711, disini menggunakan Root Mean Square untuk mendapatkan nilai error dengan membandingkan sensor loadcell dengan timbangan konvensional

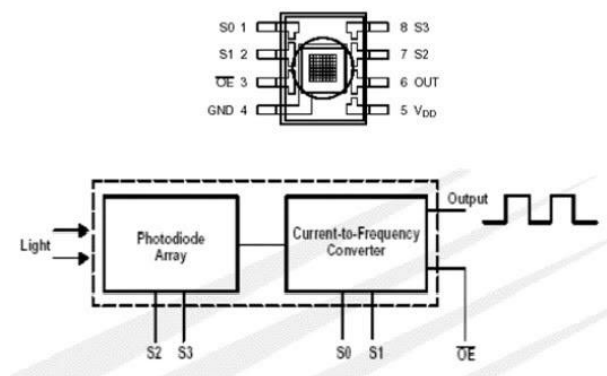
2. 7 Sensor TCS 230

Modul sensor warna TCS230 adalah modul sensor yang mempunyai fungsi mengkonversi warna yang akan dideteksi menjadi Frekuensi yang akan diolah oleh mikrokontroler. Nama lain dari sensor ini yaitu *Programmable Converter 'Color Light' Sensor to Frequency*. Dimana bahan pembuatannya berasal dari penggabungan antara Silicon Photodiode dan IC CMOS single monolithic yang berfungsi sebagai pengkonversi arus menjadi frekuensi. Dapat dilihat pada gambar 2.24



Gambar 2. 7 Sensor TCS 230

TCS230 memiliki array fotodiode yang mendeteksi cahaya yang datang. Fotodiode ini dibagi menjadi empat jenis, masing-masing sensitif terhadap warna tertentu (merah, hijau, biru) dan satu lagi mendeteksi seluruh spektrum cahaya (clear). Sinyal arus yang dihasilkan oleh fotodiode diubah menjadi sinyal frekuensi oleh rangkaian konverter ini. Semakin banyak intensitas cahaya yang masuk, semakin tinggi frekuensinya. Dapat dilihat dari gambar 2.25



Gambar 2. 8 Rangkaian Skematik Sensor TCS 230

Karakteristik fotodiode pada sensor TCS230 terdiri dari matriks array yang mencakup empat jenis fotodiode, di mana setiap 25% fotodiode dalam array sensitif terhadap salah satu dari tiga warna primer (merah, hijau, dan biru), serta satu set fotodiode yang mendeteksi seluruh spektrum cahaya (clear). Fotodiode ini memiliki sensitivitas terhadap cahaya dalam kisaran panjang gelombang 300 nm hingga 1100

nm, memungkinkan sensor untuk mendeteksi berbagai intensitas cahaya dan warna dengan akurasi tinggi [12].

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor TCS 230

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasi	2.7-5.5 V
Output Frekuensi	600 kHz
Ukuran	20 mm x 20 mm

Dari Tabel 2.16 sensor TCS 230 beroperasi pada tegangan 2,7V hingga 5,5V dengan frekuensi output maksimal 600 kHz, yang dapat disesuaikan dengan skala frekuensi melalui pin kontrol (S0 dan S1). Sensor ini memiliki matriks fotodioda yang mendeteksi cahaya merah, hijau, biru, dan clear (tanpa filter), dengan sensitivitas spektrum dari 300 nm hingga 1100 nm. Waktu responnya sangat cepat, sekitar 100 ns, menjadikannya ideal untuk aplikasi real-time seperti pengenalan warna dalam robotika dan sistem otomatis. Sensor ini juga mendukung suhu operasi dari -40°C hingga 85°C, sehingga cocok digunakan di berbagai kondisi lingkungan.

2.8 Motor Servo MG90S

Servo Motor MG90S adalah jenis servo motor kecil yang sering digunakan dalam penelitian-penelitian elektronik dan robotika, terutama dalam aplikasi dengan Arduino atau mikrokontroler lainnya. MG90S adalah servo yang digerakkan secara elektrik dan memiliki rasio gear logam, memberikan kekuatan yang baik meskipun ukurannya kecil. Servo ini memungkinkan pergerakan presisi, biasanya dalam rentang sudut 0° hingga 180°.



Gambar 2. 9 Motor Servo MG90S

Aktuator putar (motor) pada perangkat tersebut dibuat dengan sistem umpan balik sehingga bagian dari poros motor dan sudutnya dapat diatur dengan mudah. Teknologi closed loop memungkinkan motor untuk dapat mengendalikan akselerasi dan kecepatannya dengan tingkat keakuratan yang tinggi [13]. Dapat dilihat pada gambar 2.10.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Motor Servo MG90S

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasi	4.8 – 6 VDC
Torsi Minimal	1.8kg/cm (4.8 VDC)
Torsi Maksimal	2.2 kg/cm (6VDC)
Rotasi	0 – 180 ⁰

Dari tabel 2.5 servo ini bekerja pada rentang tegangan operasi 4.8V hingga 6.0V, dengan performa yang lebih baik pada tegangan 6V. Pada tegangan 4.8V, kecepatan putarnya mencapai 0.1 detik per 60 derajat, sedangkan pada 6.0V, kecepatannya meningkat menjadi 0.08 detik per 60 derajat. Hal ini memungkinkan motor untuk bergerak cepat dan memberikan respons yang baik, cocok untuk aplikasi yang membutuhkan pengendalian posisi yang cepat.

Dalam hal torsi, MG90S memiliki torsi maksimum 1.8 kg.cm pada 4.8V dan 2.2 kg.cm pada 6.0V, yang menunjukkan bahwa servo ini cukup kuat untuk menggerakkan beban kecil hingga menengah. Servo ini memiliki sudut putar

maksimal 180 derajat, yang umum untuk servo motor dan memungkinkan pengendalian posisi yang akurat.

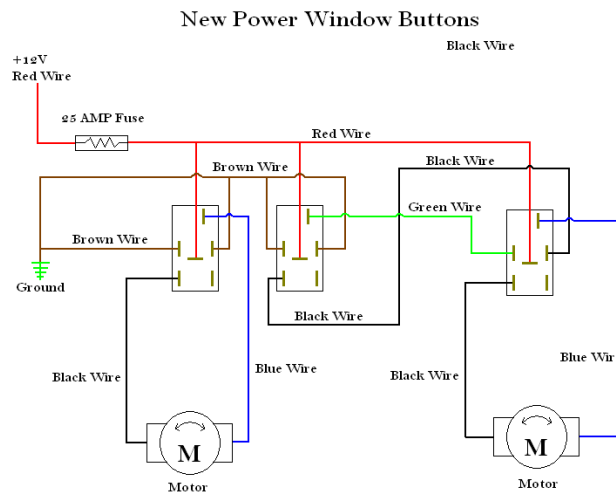
2.9 Motor Power Window DC

Motor *Power Window* DC adalah jenis motor listrik yang digunakan dalam sistem penggerak jendela otomatis pada mobil. Motor ini memungkinkan pengguna menaikkan atau menurunkan jendela mobil secara elektrik dengan menekan tombol. Motor ini umumnya merupakan motor DC (arus searah) yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan mekanisme jendela. [14]



Gambar 2. 10 Motor *Power Window* DC

Pada umumnya, digunakan untuk penggunaan berkecepatan dan daya rendah hingga sedang seperti pada mesin konveyor. Dalam tugas akhir ini, motor power window dikendalikan oleh driver L298N sehingga motor dapat berjalan dan berhenti pada suatu kondisi tertentu. Motor ini bekerja pada tegangan operasi 12V DC, yang merupakan tegangan standar di banyak kendaraan dan sistem elektronik berbasis mobil. Dengan kecepatan putaran sekitar 50 hingga 100 RPM, motor ini cukup lambat tetapi memiliki kekuatan yang cukup untuk mengangkat atau menurunkan jendela dengan presisi dan daya yang stabil.



Gambar 2. 11 Rangkaian Skematik Motor Powe Window

Dari gambar 2.14 Motor bekerja dengan prinsip membalik polaritas untuk mengubah arah putaran. Ketika motor diberi polaritas positif di satu terminal dan negatif di terminal lainnya, motor akan berputar ke satu arah (misalnya, menaikkan jendela). Sebaliknya, jika polaritas dibalik, motor akan berputar ke arah yang berlawanan (menurunkan jendela).

Tabel 2. 6 Spesifikasi Motor *Power Window* DC

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasi	12 VDC
Arus	< 15 A
Kecepatan	100 RPM
Torsi	20-30 kg/cm

Dari table 2.7 motor power window memiliki torsi maksimum sekitar 10 hingga 20 kg.cm, yang menunjukkan kemampuan motor untuk menggerakkan beban dengan kekuatan yang signifikan. Arus tanpa beban biasanya berada di kisaran 0.5 hingga 1 A, menunjukkan bahwa motor ini cukup efisien saat beroperasi tanpa beban. Saat beroperasi di bawah beban penuh, motor dapat menarik 3 hingga 5 A, yang mencerminkan daya yang dibutuhkan saat motor menjalankan fungsinya di bawah tekanan.

Motor ini menghasilkan daya output sekitar 15 hingga 25 Watt, yang memberikan tenaga yang cukup untuk menjalankan mekanisme jendela dengan lancar. Kombinasi dari torsi, daya, dan efisiensi ini menjadikan motor power window DC pilihan yang ideal untuk aplikasi otomotif dan penelitian lain yang memerlukan penggerak mekanik dengan tenaga yang memadai dan kontrol yang presisi.

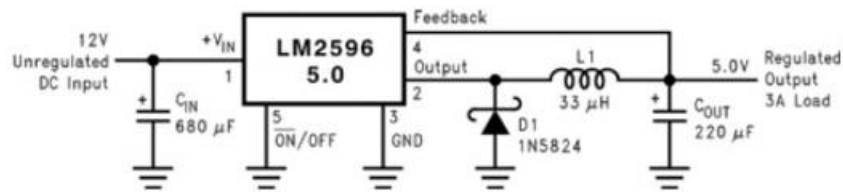
2.10 Stepdown DC LM2596

Stepdown DC LM2596 adalah modul regulator tegangan yang berfungsi untuk menurunkan (*step down*) tegangan input DC yang lebih tinggi menjadi tegangan output yang lebih rendah. Modul ini menggunakan IC LM2596, yang merupakan regulator *switching* DC-DC yang efisien. Tidak seperti regulator linier yang menghasilkan panas yang lebih tinggi saat menurunkan tegangan, LM2596 bekerja dengan prinsip *switching*, yang membuatnya jauh lebih efisien (hingga 90%) dibandingkan dengan regulator linier.



Gambar 2. 12 *Stepdown* DC LM2596

Ada 2 tipe dari jenis modul penurun tegangan ini, yaitu versi tegangan keluarannya yang dapat diatur dan versi tegangan fixed yang keluarannya sudah tetap. Dalam tugas akhir ini, digunakan versi tegangan yang dapat diatur agar keluaran tegangan dapat disesuaikan dengan kebutuhan konsumsi dari komponen – komponen elektronik yang dipakai dalam sistem. Selain itu, alasan memilih menggunakan step-down LM2596 ini juga karena modul memiliki besaran tegangan keluaran yang stabil meskipun tegangan masukan dari power supply naik – turun sehingga lebih aman [15].



Gambar 2. 13 Rangkaian Skematik *Stepdown* DC LM2596

Dari gambar 2.16 rangkaian step-down DC-DC converter dengan IC LM2596 bekerja dengan menurunkan tegangan input 12V yang tidak stabil menjadi tegangan output 5V yang stabil. Tegangan input pertama kali disaring oleh kapasitor input (CIN) untuk mengurangi noise, lalu masuk ke IC LM2596. IC ini melakukan switching dengan frekuensi tinggi, mengontrol kapan transistor internalnya menyala dan mati. Ketika transistor menyala, induktor (L1) menyimpan energi, dan ketika transistor mati, induktor melepaskan energi ke beban. Diode Schottky (D1) memungkinkan aliran arus dalam satu arah untuk menjaga arus tetap mengalir saat transistor mati. Kapasitor output (COUT) kemudian menyaring tegangan yang dihasilkan untuk memastikan tegangan output 5V tetap stabil dan halus, siap untuk digunakan oleh perangkat yang membutuhkan hingga 3A arus.

Tabel 2. 7 Spesifikasi *Stepdown* DC LM2596

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	3-40 VDC
Tegangan Keluaran	1.5-35 VDC
Arus Keluaran	3A
Penyesuaian Tegangan	Menggunakan potensio

Dari tabel 2.8 menjelaskan bahwa *Stepdown* DC-DC Converter LM2596 beroperasi dalam rentang tegangan input 4.5V hingga 40V, dan dapat memberikan tegangan output yang dapat disesuaikan antara 1.25V hingga 37V, menjadikannya sangat fleksibel untuk berbagai aplikasi. Arus output maksimum yang dapat dihasilkan oleh LM2596 adalah 3A. Modul ini juga dilengkapi dengan kemampuan efisiensi tinggi, sering kali mencapai hingga 90% atau lebih, yang berarti sedikit energi yang terbuang dalam bentuk panas. Ini sangat penting dalam aplikasi yang

memerlukan efisiensi daya, seperti dalam sistem tenaga surya atau perangkat portabel. Selain itu, LM2596 dilengkapi dengan proteksi thermal dan short-circuit, yang memberikan perlindungan tambahan terhadap kerusakan akibat overheating atau korsleting. Dengan ukuran kompak dan kemudahan penggunaan.

2.11 Power Supply 12V

Power supply adalah komponen yang memasok daya ke satu atau lebih beban listrik. Pada power supply, biasanya terdapat 3 komponen seperti transformator, rectifier (penyearah) dan filter (penghalus tegangan) [10]. Trafo mengubah tegangan input ke level tegangan output yang dibutuhkan. Perangkat ini dapat menaikkan atau menurunkan tegangan. Rectifier untuk mengubah daya yang masuk dari AC ke DC, power supply menggunakan penyearah, yaitu suatu perangkat yang dapat mengubah tegangan menjadi setengah gelombang, gelombang penuh, atau bridge, dan filter untuk membantu dalam stabilitas tegangan [16].



Gambar 2. 14 *Power Supply 12V*

Power supply digunakan sebagai sumber daya utama untuk komponen-komponen elektronik yang membutuhkan jenis listrik DC untuk tegangan kerjanya.

Tabel 2. 8 Spesifikasi *Power Supply* 12V

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan AC	220 VDC
Tegangan Keluaran DC	5, 12, dan 24 VDC
Arus Keluaran	10A

Dari tabel diatas *power supply* ini biasanya tersedia dalam berbagai bentuk, termasuk adaptor AC-DC, modul switching, dan catu daya linier, tergantung pada kebutuhan spesifik dari perangkat yang akan dioperasikan. Umumnya, power supply 12V dirancang untuk memberikan arus yang cukup untuk mendukung perangkat dengan daya yang bervariasi, biasanya dalam kisaran 1A hingga 10A atau lebih, tergantung pada jenis dan spesifikasinya.

2.12 Terminal Blok TB2503

Terminal Blok TB2503 (3 lubang) adalah jenis terminal blok yang digunakan untuk menghubungkan kabel atau konduktor secara aman dan teratur dalam sistem kelistrikan. Terminal blok ini biasanya memiliki tiga lubang atau slot yang memungkinkan penyambungan beberapa kabel dalam satu titik, baik untuk distribusi daya atau sinyal dalam rangkaian listrik .

**Gambar 2. 15** Terminal Blok TB2503

Memiliki titik koneksi skrup yang dapat dimanfaatkan sebagai penghubung atau terminal. Dalam tugas akhir ini, terminal blok digunakan sebagai terminal utama catu daya yang dapat digunakan komponen elektronik untuk mendapatkan tegangan. Tegangan yang masuk ke dalam terminal blok sudah diturunkan terlebih

dahulu dengan menggunakan modul step-down agar sesuai dengan kebutuhan tegangan komponen elektronik pada sistem. Dapat dilihat pada gambar 2.11.

Tabel 2. 9 Spesifikasi Terminal Blok TB2503

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Maksimal	600V
Tipe	3 Lubang
Arus	25 A

Dari tabel 2.10 Spesifikasi utama dari terminal blok ini meliputi kemampuan untuk menampung hingga tiga kabel, yang membuatnya ideal untuk aplikasi di mana beberapa koneksi diperlukan dalam satu titik. TB2503 dirancang untuk mendukung arus hingga 10A dan tegangan hingga 250V, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk kontrol industri dan perangkat elektronik. Terminal ini biasanya terbuat dari bahan isolator berkualitas tinggi, seperti plastik, untuk mencegah kebocoran arus dan memastikan keamanan.

2.13 Dimmer DC

Dimmer DC bekerja dengan cara memodulasi sinyal yang diberikan ke beban. Metode paling umum yang digunakan adalah *Pulse Width Modulation* (PWM). Dengan PWM, tegangan DC secara cepat dinyalakan dan dimatikan dalam interval waktu tertentu. Dengan mengatur lebar pulsa (*duty cycle*) dari sinyal ini, jumlah daya rata-rata yang diterima beban dapat dikontrol. Jika *duty cycle* tinggi, beban akan menerima lebih banyak daya; sebaliknya, jika *duty cycle* rendah, daya yang diterima beban lebih sedikit [17]. Dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2. 16 *Dimmer DC*

Dalam tugas akhir ini, Dimmer DC digunakan sebagai pengatur daya masukan dari motor DC sehingga kecepatan dari motor DC tersebut dapat diatur agar sesuai dengan kebutuhan

Tabel 2. 10 Spesifikasi *Dimmer DC*

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	12-40VDC
Daya Keluaran Maksimal	400 W
Arus	10 A

Dimmer DC biasanya bekerja dengan cara mengubah sinyal PWM yang memungkinkan pengguna untuk mengatur tegangan output dari 0 hingga tegangan maksimum (misalnya 12V atau 24V). Spesifikasi dimmer DC sering mencakup tegangan input yang bervariasi, umumnya antara 6V hingga 24V, dengan kapasitas arus output mulai dari 5A hingga 10A atau lebih, tergantung pada modelnya. Dimmer ini sering digunakan dalam aplikasi pencahayaan, pengaturan kecepatan motor, dan perangkat lain yang membutuhkan kontrol daya variabel.

2.14 Switch Button

Switch Button merupakan sebuah kontak saklar yang difungsikan sebagai pemutus atau penyambung aliran arus listrik dengan sistem kerja locked atau mengunci. Komponen ini banyak digunakan untuk memulai dan mengakhiri sistem kerja dari sebuah alat atau rangkaian karena dapat mengatur kondisi ON (1) dan OFF (0). Ada 2 tipe jenis kontak switch button yang memiliki prinsip kerja berbeda,

yaitu kontak NO (Normally Open) dan NC (Normally Close) [12]. Dapat dilihat pada gambar 2.17



Gambar 2. 17 *Switch Button*

Ketika tombol ditekan, push button menghubungkan rangkaian listrik, dan ketika dilepas, rangkaian kembali terputus. Push button biasanya digunakan dalam berbagai perangkat elektronik dan sistem kontrol, seperti mesin, remote, dan alat elektronik sehari-hari [18].

Tabel 2. 11 Spesifikasi *Switch Button*

Spesifikasi	Keterangan
Jenis	NO dan NC
Maksimal Kontak Ditekan	+ - 500.000 Tekanan

Dari tabel 2.12, untuk kontak NO (*Normally Open*), secara normal posisi kontak semula adalah terbuka sehingga tidak mengalirkan listrik. ketika tombol ditekan, maka tombol akan masuk ke dalam kondisi tertutup mengunci sehingga aliran arus listrik akan terhubung dan memberikan daya kepada komponen listrik. Untuk kontak NC (*Normally Close*), secara normal posisi awal kontak adalah tertutup mengunci sehingga menghantarkan listrik, namun ketika ditekan, maka tombol akan masuk ke dalam kondisi terbuka sehingga aliran arus listrik akan terputus dan tidak memberikan daya kepada komponen listrik.

2.15 LCD 16x2

LCD 16x2 adalah modul tampilan berbasis teknologi Liquid Crystal Display (LCD) yang memiliki 2 baris (row) dan 16 kolom (column), sehingga dapat menampilkan hingga 32 karakter sekaligus. Setiap karakter ditampilkan dalam matriks 5x8 piksel, yang berarti setiap huruf, angka, atau simbol di layar tersusun dari 5 piksel lebar dan 8 piksel tinggi.



Gambar 2. 18 LCD 16x2

Perangkat master adalah perangkat utama yang menjadi sumber clock pulse dan menjadi pusat transmisi data. Perangkat slave tidak dapat menginisiasi pertukaran data melainkan hanya perangkat master yang bisa. [13]

Tabel 2. 12 Spesifikasi LCD 16x2

Spesifikasi	Keterangan
Format Tampilan	16x2
Tegangan Masukan Standar	5 VDC
Tegangan Masukan Minimal	3 VDC

LCD 16x2 yang digunakan pada alat ini adalah LCD 16x2 dengan modul I2C. Protokol I2C hanya memerlukan 2 koneksi yaitu hanya jalur data (SDA) dan clock (SCL) yang dapat dihubungkan pada pin SDA SCL mikrokontroler. Pada protokol I2C terdapat perangkat master dan slave [14].