

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor DC JGA25-370

Motor DC merupakan salah satu tipe motor listrik yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, baik pada sektor industri, maupun dalam sistem instrumen elektronika. Motor ini berfungsi sebagai konversi energi, yaitu mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerakan. Ketika motor DC ini diberi tegangan dan arus listrik, arus tersebut mengalir melalui kumparan di dalam magnet, arus ini menghasilkan medan magnet sendiri, yang kemudian berinteraksi dengan magnet stator. Sehingga menimbulkan gaya *Lorentz* yang menyebabkan rotor berputar. Dalam pengoperasiannya, motor DC ini menghasilkan keluaran berupa torsi dan kecepatan putaran rotor. Penggunaan motor DC dapat dijumpai pada berbagai perangkat, seperti mesin pencetak, sistem tempat sampah otomatis, *conveyor* dan berbagai alat berbasis elektronik lainnya [3].



Gambar 2. 1 Motor DC JGA25-370

Tabel 2. 1 *Datasheet* Motor DC JGA25-370

NO	Parameter	Spesifikasi
1	Tegangan Operasi	6V – 12V DC
2	Arus	1 A

2.2 *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah salah satu tipe *Arduino* yang paling banyak digunakan karena kemudahan dalam memperoleh dan harga yang relatif terjangkau. Mikrokontroler yang digunakan pada *Arduino Uno* adalah ATMEGA328P R3, yang merupakan versi terbaru yang mendukung kinerja mikrokontroler tersebut. Mikrokontroler ATMEGA328P ini terintegrasi dalam bentuk modul yang

membentuk papan *Arduino Uno*, yang memudahkan pengguna untuk mengakses dan memprogramnya[4]

Arduino Uno memiliki spesifikasi berupa tegangan sebesar 5V, 14 pin *digital input/output*, 6 di antaranya mendukung sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM), dan juga ada enam pin *analog input* yang mendukung pembacaan berbagai jenis sensor *analog*. Selain itu, *Arduino Uno* dilengkapi dengan koneksi USB tipe B yang digunakan untuk komunikasi dan pemrograman dengan komputer, regulator tegangan internal yang ada di *Arduino Uno* berfungsi menjaga kestabilan daya, serta pin header yang dirancang untuk memudahkan integrasi dengan berbagai sensor, aktuator, dan modul tambahan lainnya.



Gambar 2. 2 *Arduino Uno R3*

Tabel 2.2 *Datasheet Arduino Uno R3*

NO	Parameter	Spesifikasi
1	Mikrokontroler	ATmega328P
2	Tegangan Operasi	5V
3	Tegangan <i>Input</i>	7-12V
4	Pin <i>Digital I/O</i>	14 (6 di antaranya digunakan sebagai PWM)
5	Pin PWM <i>Output</i>	6 (pin 3, 5, 6, 9, 10, 11)
6	Pin <i>Input Analog</i>	6
7	<i>USB Interface</i>	USB-B (menggunakan ATmega16U2 sebagai converter USB-Serial)
8	Konektor <i>Power</i>	Jack barrel, header <i>Vin</i> , atau USB
9	Pin <i>Power</i>	<i>Vin</i> , 5V, 3.3V, GND (2 pin)

2.3 *Arduino Integrated Development Environment (IDE)*

Arduino IDE merupakan *software* yang penting untuk pemrograman, kompilasi, dan pengunduhan program ke mikrokontroler. *Arduino* menjadi platform populer karena sifatnya yang *open source*, memungkinkan pengguna untuk mengakses skema desain, membeli komponen, dan merakit sendiri tanpa biaya tambahan. *Arduino IDE* juga dapat diunduh secara gratis dan diinstal pada komputer ataupun laptop. Keuntungan ini berkat kebaikan tim *Arduino* dalam membagikan hasil kerja keras mereka dengan kualitas perangkat keras, bahasa pemrograman, dan IDE yang sangat baik. Untuk memprogram *Arduino IDE* ini menggunakan bahasa C/C++. dan menghubungkan antara *Arduino Uno* dengan *Arduino IDE* itu menggunakan kabel USB a ke b [5].

Arduino IDE ini telah menyediakan dua bagian utama dalam struktur pemrograman adalah *setup* dan *loop*. *setup()* dijalankan satu kali saat papan *Arduino* dinyalakan atau di-*reset*, dan biasanya dimanfaatkan sebagai pengaturan pin, sensor, atau komunikasi serial. Sementara itu, fungsi *loop* akan dijalankan secara berulang terus-menerus selama *Arduino* menyala, dan berisi logika utama dari program seperti pembacaan sensor, pengambilan keputusan. Selain untuk memprogram, *Arduino IDE* juga dilengkapi dengan fitur Serial Monitor yang gunanya untuk memantau data dari mikrokontroler secara *real-time* melalui komunikasi serial. Fitur ini sangat membantu dalam proses *debugging* dan pengujian sistem, dan tentunya fitur ini sangat membantu untuk proyek-proyek yang berbasis sensor ataupun berbasis data.



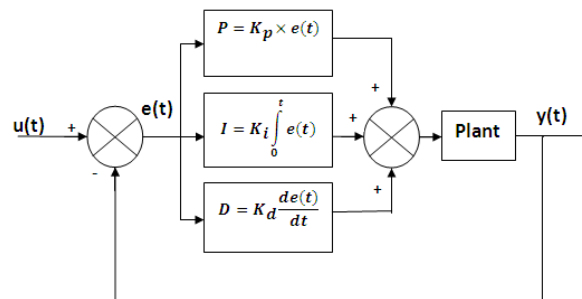
Gambar 2. 3 *Arduino IDE*

2.3.1 Kontrol *Proporsional-Integral-Derivatif* (PID)

Sistem kontrol PID merupakan salah satu solusi untuk mencapai pengaturan kecepatan dan posisi yang presisi dengan respons cepat dan stabil [6]. sistem ini bekerja dengan menggabungkan tiga aksi kontrol utama:

- 1) *Proportional* (P) yang memberikan respons cepat terhadap *error* antara *setpoint* dan kecepatan aktual, Nilai K_p yang besar dapat mempercepat respon, tetapi berisiko menyebabkan osilasi atau ketidakstabilan.
- 2) *Integral* (I) yang menghilangkan *error steady-state* melalui akumulasi *error* waktu, penggunaan nilai K_i yang terlalu besar dapat menyebabkan *overshoot* atau respon lambat.
- 3) *Derivative* (D) yang memprediksi arah dan kecepatan perubahan *error*, dengan menghitung laju perubahan *error* membantu menstabilkan respon sistem dengan mengurangi laju perubahan mendadak.

Ketiga parameter kontrol PID (K_p , K_i , K_d) harus dimasukkan *input* dan harus sesuai agar menghasilkan respons sistem yang stabil dan presisi.



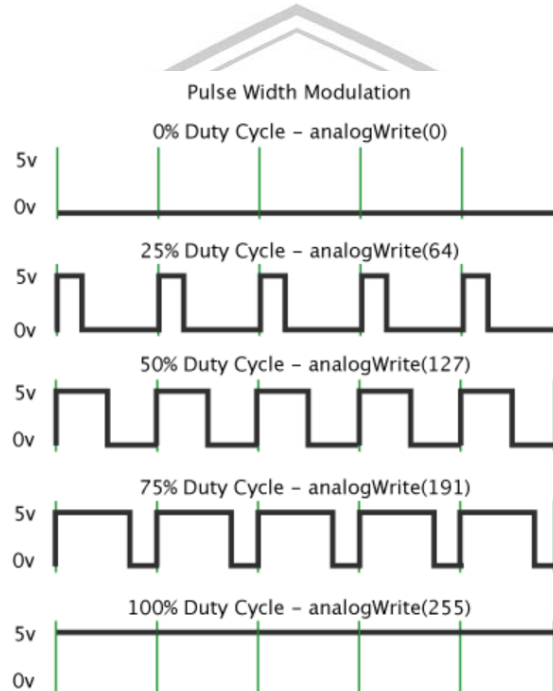
Gambar 2. 4 Diagram Blok kontrol PID

- $u(t)$: *setpoint* / *output* kendali (nilai yang diinginkan)
- $e(t)$: *error* (selisih antara nilai *setpoint* dan nilai aktual yang dihasilkan oleh sistem) = *setpoint* - *feedback* (perbedaan jumlah yang diinginkan dan jumlah aktual)
- K_p : konstanta *proporsional*
- K_i : konstanta *integral*
- K_d : konstanta *derivative*
- *Plant*: fisik yang di kendalikan (Motor DC)
- $y(t)$: hasil nyata yang dikembalikan ke *loop*

2.3.2 Pulse Width Modulation (PWM)

PWM merupakan cara perubahan yang mengelola daya keluaran dengan cara memvariasikan durasi pulsa aktif atau *duty cycle* dalam suatu periode tetap, sambil mempertahankan amplitudo dan frekuensi sinyal. Prinsip kerjanya

didasarkan pada perbandingan langsung antara lebar pulsa high terhadap total periode, dimana *duty cycle* 0% menunjukkan sinyal terus *low*, sedangkan 50% berarti waktu *high* dan *low* seimbang, dan 100% menunjukkan sinyal terus *high*. Teknik ini sering digunakan dalam sistem kendali elektronik seperti pengaturan kecepatan motor DC. Dimana mikrokontroler menghasilkan sinyal PWM yang kemudian diperkuat oleh rangkaian transistor untuk menggerakkan beban secara efisien dengan minimal hilangnya daya listrik[7].



Gambar 2. 5 Sinyal PWM

Frekuensi PWM pada *Arduino* tergantung pada jenis pin dan *timer* yang digunakan. Pada umumnya, frekuensi *default* adalah sekitar 490 Hz untuk pin 3, 9, 10, dan 11, dan 980 Hz berada pada pin 5 dan 6. Frekuensi ini menentukan seberapa cepat sinyal *ON-OFF* dihasilkan oleh mikrokontroler. Frekuensi ini sudah cukup tinggi untuk digunakan dalam kontrol kecepatan motor DC agar dapat berputar halus dan stabil.

2.4 Sensor Kecepatan *Rotary Encoder*

Sensor Kecepatan merupakan alat yang digunakan untuk menghitung laju pergerakan suatu objek dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Berbagai jenis sensor seperti *tachometer*, *stroboscope*, kabel *piezoelectric*, *muzzle velocity*, dan

encoder meter, sering digunakan untuk tujuan ini. Prinsip kerja sensor kecepatan umumnya berlawanan dengan prinsip kerja motor, di mana poros atau objek yang berputar menghasilkan tegangan yang proposional terhadap kecepatan rotasinya. Kecepatan tersebut biasanya dihitung dengan mendeteksi pulsa-pulsa magnetik yang muncul akibat perubahan medan magnet ketika poros berputar. Pada sistem berbasis *encoder*, sinyal *digital* yang dihasilkan berbentuk gelombang persegi, dan pengukuran dilakukan dengan mendeteksi transisi pulsa. Salah satu metode yang digunakan adalah pembacaan pada sisi jatuh (*falling edge*), yaitu saat sinyal berubah dari kondisi logika tinggi (*HIGH*) menjadi logika rendah (*LOW*). Pulsa-pulsa ini dihitung oleh mikrokontroler untuk menentukan jumlah putaran per satuan waktu (RPM). Tegangan atau sinyal yang telah diproses kemudian dikirimkan ke modul kontrol elektronik seperti *Engine Control Module* (ECM) untuk analisis atau pengendalian lebih lanjut [8].



Gambar 2. 6 Sensor Kecepatan *Rotary Encoder*

Tabel 2. 3 *Datasheet* Sensor Kecepatan

NO	Parameter	Spesifikasi
1	Komponen Utama	Komparator LM393
2	Tegangan Kerja	3.3V – 5V DC
3	Tipe Output	<i>Digital</i> , dan <i>analog</i> output

2.5 Driver Motor BTS7960

Driver motor memiliki fungsi utama yaitu meningkatkan arus, dengan kata lain mengubah sinyal kontrol atau arus rendah menjadi arus yang lebih tinggi untuk menggerakkan motor DC. *Driver* motor BTS7960 juga memiliki kemampuan untuk bekerja hingga tegangan 27V dan mampu mengalirkan arus lebih dari 43A. Instalasinya yang mudah, serta bentuknya yang tidak terlalu besar sehingga mudah dalam pengaturan posisinya[9].

BTS7960 bekerja dengan mengatur sinyal PWM yang berasal dari mikrokontroler untuk mengontrol kecepatan dan arah putaran motor. *Driver* motor ini memiliki sistem *H-bridge* yang memungkinkan motor berputar dua arah (maju/mundur) serta memiliki proteksi terhadap panas berlebih (*overheat*) dan arus berlebih (*overcurrent*). Dengan adanya hal yang demikian BTS7960 menjadi solusi efektif untuk terhadap motor.



Gambar 2. 7 Driver Motor BTS7960

Tabel 2. 4 Datasheet Driver Motor BTS7960

NO	Parameter	spesifikasi
1	IC Utama	BTS7960 <i>Half-Bridge Drive</i>
2	Tegangan Kerja Motor	6V – 27V DC
3	Arus Maksimum	43A
4	Frekuensi PWM Maksimum	25 kHz
5	Pin Kontrol Umum	R_EN, L_EN, R_IS, L_IS, RPWM, LPWM, VCC, GND
6	Tingkat <i>Input</i> Kontrol	3.3 ~ 5V

2.6 Power Supply unit (PSU) 12V/20A

PSU atau catu daya DC adalah sebuah rangkaian elektronik yang berperan sebagai pengubah arus listrik *alternating current* (AC) menjadi arus DC yang bertujuan untuk menyalurkan daya ke perangkat elektronik[6].

Pada dasarnya fungsi dari PSU itu sama dengan adaptor. Dan PSU ini dapat digunakan untuk memberikan daya pada sebuah perangkat dalam satu sistem.



Gambar 2. 8 PSU

Tabel 2. 5 *Datasheet PSU*

NO	Parameter	Spesifikasi
1	Tegangan <i>Output</i>	12V DC
2	Arus <i>Output</i> Maksimum	2A – 10A
3	Tegangan <i>Input</i>	100 – 240V AC
4	Konektor <i>Output</i>	V+, V-

2.7 Step Down LM2596 DC-DC Converter

Step down converter adalah jenis pengubah tegangan DC yang berfungsi menurunkan tegangan *input* ke level yang lebih rendah. Dalam aplikasinya, *step-down converter* difungsikan untuk mengurangi *voltase* seperti dari aki bus 24V menjadi 12V, karena perangkat seperti *Arduino* hanya dapat menerima rentang *voltase* 3V–5V. Salah satu IC yang biasa umum dimanfaatkan untuk *step down* ini yaitu LM2596, sebuah *step down converter* efisien yang bekerja pada arus searah[9].

Step down ini mampu menjaga kestabilan *output* meskipun *input* berfluktuasi, dilengkapi proteksi *overheating*, dan efisiensi tinggi, sehingga ideal untuk sistem elektronik yang membutuhkan catu daya stabil dan aman.



Gambar 2. 9 Step Down LM2596 DC-DC Converter

Tabel 2. 6 Datasheet Step Down LM2596 DC-DC Converter

NO	Parameter	Spesifikasi
1	IC Utama	LM2596S
2	Tegangan <i>Input</i>	4V – 40V DC
3	Tegangan <i>Output</i>	1.25V – 35V DC
4	<i>Ouput Curret</i>	3A
5	Efisiensi	90%
6	Frekuensi <i>Switching</i>	150 kHz
7	Pin	IN+, IN-, OUT+, OUT-

2.8 *Human Machine Interface (HMI) Nextion*

HMI merupakan sistem yang memfasilitasi interaksi antara pengguna dengan perangkat mesin atau elektronik. Salah satu implementasinya adalah modul *Nextion*, sebuah layar *Liquid Crystal Display (LCD)* berbasis *Thin Film Transistor (TFT)* yang tersedia dalam dua varian yaitu layar *pasif (display-only)* atau layar sentuh dengan teknologi *Resistive Touchscreen*. *Nextion* berkomunikasi dengan perangkat eksternal seperti *Arduino Uno* itu melalui antarmuka *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART)* dengan menggunakan dua pin serial yaitu *transmitter (RX)* dan *receiver (RX)* dan dua pin untuk catu daya *voltage at the common collector (VCC)* dan *ground (GND)*[10].



Gambar 2. 10 HMI *Nextion*

Tabel 2. 7 *Datasheet* HMI *Nextion*

NO	Parameter	Spesifikasi
1	Tegangan Operasi	5V DC
2	Antarmuka Komunikasi	TX, RX

2.9 *Nextion Editor*

Nextion Editor merupakan perangkat lunak untuk desain HMI berbasis visual yang memudahkan proses pengembangan antarmuka interaktif. *Software* ini juga bisa mengembangkan secara intuitif dengan fitur *drag-and-drop*, memungkinkan pengguna merancang tampilan, mengkonfigurasi logika kontrol, dan mengatur respons terhadap *input* sentuh secara efisien melalui sintaks sederhana. Keunggulan dari *Nextion Editor* ini juga terletak pada kemampuannya mempercepat proses *development* HMI yang biasanya memakan waktu yang lama menjadi hanya beberapa hari, bahkan jam, berkat sistem *event handling* yang terintegrasi langsung dengan mikrokontroler melalui komunikasi serial. *Nextion Editor* juga mendukung berbagai varian *display Nextion*, sehingga cocok untuk implementasi dalam beragam aplikasi seperti sistem kontrol industri, perangkat *Internet of Things (IoT)*, ataupun proyek elektronik yang membutuhkan antarmuka pengguna yang responsif dan *user friendly*[11].



Gambar 2. 11 *Nextion Editor*