

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian yang dilakukan oleh Abdullah Asy Syakur, dkk (2020) dengan judul “Perancangan Dan Implementasi Sistem Pola Berjalan Pada Robot *Hexapod* Menggunakan Metode *Inverse Kinematic*” mengatakan bahwa robot *hexapod* pada sistem ini menggunakan struktur penggerak 3 (*degree of freedom*) DOF pada setiap kakinya. Perancangan pola jalan kaki *hexapod* dihitung secara perkaki secara *inverse kinematic*. Hasil perhitungan tersebut merupakan nilai sudut gerakan servo pada tiap DOF. Tiap DOF pada kaki digerakkan oleh aktuator servo AX-12 dari Dynamixel, serta Arduino Nano sebagai mikrokontroler. Variabel masukan *inverse kinematic* adalah posisi *end of effector* pada tiap ujung kaki dalam bentuk nilai koordinat pada sumbu x, y, dan z. Nilai sudut yang dihasilkan dikirim ke servo dalam format nilai gerakan, sehingga *end of effector* mencapai koordinat yang diharapkan. Dalam satu siklus langkah terdapat 4 step langkah, perhitungan *inverse kinematic* adalah untuk mencari nilai sudut posisi kaki pada tiap stepnya. Rata-rata error pada pengujian ketepatan titik koordinat perstep kaki adalah sebesar 3.51%. Dalam pengujian jalan lurus maju, menunjukkan bahwa robot memiliki nilai simpangan rata-rata terbesar 7.14 %, sedangkan pada jalan lurus samping adalah sebesar 3.76%. Kecepatan rata-rata robot adalah sebesar 17,27 cm/detik dalam berjalan maju. Sedangkan pada jalan samping memiliki kecepatan 14.27 cm/detik [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Ramdani, dkk (2019) dengan judul “Pengembangan Robot Pemadam Api Berkaki (UROITA-18)” Mengatakan mekanisme gerak menggunakan konsep kaki serangga yaitu *coxa*, *femur* dan *tibia*. Pada robot ini hanya menggunakan kaki *coxa* dan *femur* untuk melakukan gerakan dengan perubahan derajat perpindahan sebesar 20 derajat. Untuk gerakan kaki *femur* ke atas, posisi sudut awal sebesar 90 derajat ke 110 derajat, gerak ke bawah dari posisi 110 derajat ke 90 derajat. Nilai tersebut juga digunakan untuk pergerakan kaki *coxa*, 90 derajat ke 110 derajat untuk gerak maju dan 110 derajat ke 90 derajat untuk gerak mundur [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Ryan Yudha Adhitya, dkk (2024) dengan judul “Sistem Pengendalian Robot KRSRI Menggunakan Logika Fuzzy Sugeno Orde Nol” mengatakan dalam penelitian ini robot SAR dioptimalkan dengan metode Logika Fuzzy Sugeno Orde Nol. Selain itu, pada penelitian ini menggunakan sensor *sharp* sebagai sensor jarak yang memiliki kemampuan lebih baik dari pada sensor ultrasonik. Hasil percobaan menunjukkan bahwa waktu yang dihasilkan robot untuk mencapai garis finish bersifat fluktuatif, dalam artian waktunya berbeda-beda setiap derajat percobaan. Kesimpulan dari percobaan ini adalah untuk metode Logika Fuzzy ini dapat diterapkan pada robot. Berdasarkan dari gerak robot yang dihasilkan, robot dapat bergerak lurus tanpa ada kecenderungan ke arah kanan atau kiri pembatas lintasan [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Mirza Sjahrul Kurnia, dkk (2023)

dengan judul “Kontrol PID untuk Navigasi Robot Berkaki Berbasis Sensor TOF dan BNO055” mengatakan penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan robot *hexapoda* yang dapat berjalan lurus menggunakan metode kontrol PID. Pengujian dilakukan dengan mengukur jarak tempuh robot dalam lintasan lurus sejauh 5 meter. Robot dikendalikan oleh mikrokontroler dengan algoritma PID untuk mengatur gerakan kaki dan memastikan kestabilan selama berjalan. Penelitian ini melibatkan pembuatan dan pengujian prototipe robot *hexapod* dengan 3 servo motor pada setiap kaki, sehingga total ada 18 servo motor yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Parameter PID terus disesuaikan selama pengujian untuk memperbaiki kinerja robot dalam berjalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot *hexapod* dapat berjalan lurus dengan baik, dengan jarak tempuh 5 meter dengan pembelokan maksimal 2 derajat terhadap sumbu y dan dapat kembali ke *setpoint* 0 derajat. Dalam kesimpulan, penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan metode kontrol PID dapat meningkatkan kinerja robot *hexapod* dalam berjalan lurus dan dapat diimplementasikan pada aplikasi robot lainnya. [10].

Penelitian yang dilakukan oleh Sirmayanti, dkk (2021) dengan judul “Rekayasa Sistem Kendali *Gripper* melalui Robot Transporter menggunakan WiFi Module ESP8266” mengatakan metode penelitian ini yaitu merekayasa kendali *gripper* dengan lengan robot berfungsi transporter dengan kemampuan mengangkat, menjepit, menggeser atau memindahkan barang, sehingga barang tersebut dapat dipindahkan. Desain perancangan ini disertai

dengan mikrokontroler sebagai pengelola perintah yang mengendalikan *gripper* dan motor servo sebagai penggerak utama aktuatornya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem uji lengan robot dapat berfungsi dengan baik, dimana robot dapat mengangkat beban maksimal 545,6 gram sesuai dengan rancangan yang telah dibuat [11].

Penelitian yang dilakukan Muh. Rezki Kurniawan dengan judul “Implementasi *Object Tracking* Berbasis Filtering Warna Pada Sensor Kamera Pixy CMUcam 5” mengatakan bahwa pelacakan benda bergerak atau *object tracking* merupakan suatu proses mengikuti posisi obyek di dalam suatu citra. Algoritma *camshift* adalah singkatan dari *continuously adaptive meanshift*, yang merupakan pengembangan dari algoritma *mean shift* yang dilakukan secara terus menerus (berulang) untuk melakukan adaptasi atau penyesuaian terhadap distribusi probabilitas warna yang selalu berubah tiap pergantian *frame* dari video. *Camshift* dapat melacak objek berwarna, dibutuhkan gambar distribusi probabilitas. Gambar-gambar menggunakan sistem warna hsv dan hanya menggunakan komponen *hue* untuk membuat *histogram* warna objek 1d. *Histogram* ini disimpan untuk mengonversi *frame* berikutnya yang cocok dengan probabilitas objek. Gambar distribusi probabilitas itu sendiri dibuat dengan melakukan *back projection histogram hue* 1d ke *image hue* pada *frame*. Hasilnya disebut gambar backproject. *Camshift* kemudian digunakan untuk melacak objek berdasarkan gambar backproject tersebut [12].

Dari beberapa penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa robot

hexapod dipilih karena memiliki stabilitas tinggi dan kemampuan adaptasi terhadap medan yang tidak rata, sehingga lebih efektif dibandingkan robot beroda atau berkaki lebih sedikit dalam operasi SAR. Penerapan *inverse kinematics* memungkinkan pergerakan kaki yang lebih presisi, sementara metode kontrol PID dan logika fuzzy membantu meningkatkan kestabilan navigasi serta mengoptimalkan pergerakan robot. Selain itu, integrasi sensor kamera Pixy CMUcam 5 untuk *object tracking* memungkinkan deteksi objek secara lebih akurat, sementara penggunaan *gripper* memungkinkan robot untuk berinteraksi dengan objek di lingkungan bencana. Dengan kombinasi teknologi ini, robot *hexapod* diharapkan dapat meminimalkan risiko bagi tim SAR serta mempercepat proses evakuasi korban di medan pasca-bencana.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi adalah suatu akibat terjadinya pembebasan atau pelepasan energi yang menumpuk dan terkungkung di dalam kerak bumi ke permukaan. Energi yang dibebaskan itu berubah menjadi gelombang getaran atau guncangan yang kemudian dirasakan oleh manusia dan direkam oleh alat pencatat gempa bumi (seismograf) [13]. Gempa bumi dapat terjadi akibat aktivitas tektonik, vulkanik, maupun runtuh, dengan jenis yang paling umum adalah gempa tektonik yang disebabkan oleh pergeseran lempeng bumi. Besarnya energi yang dilepaskan dalam gempa diukur dengan skala magnitudo,

sementara dampak kerusakan biasanya diukur dengan skala intensitas. Selain itu, gempa bumi juga dapat memicu bencana lanjutan seperti tanah longsor, tsunami, dan kerusakan infrastruktur, sehingga pemantauan dan deteksi dini sangat penting untuk mitigasi risiko dan keselamatan masyarakat.



Gambar 2. 1 Gempa Bumi

2.2.2 Search and Rescue

Search and Rescue (SAR) adalah serangkaian upaya dan kegiatan yang dilakukan untuk mencari, menolong, dan menyelamatkan jiwa manusia yang hilang, dikhawatirkan hilang, atau menghadapi bahaya akibat musibah, seperti kecelakaan pelayaran, penerbangan, serta bencana alam. Operasi SAR biasanya melibatkan kerja sama lintas instansi, penggunaan teknologi seperti drone, robot, dan alat deteksi korban, serta tenaga terlatih untuk menghadapi berbagai kondisi darurat di darat, laut, maupun udara. Dalam pelaksanaannya, SAR juga membutuhkan kecepatan, koordinasi yang baik, serta peralatan yang sesuai dengan medan pencarian untuk memaksimalkan keselamatan korban maupun tim penyelamat. Di Indonesia, operasi SAR dikoordinasikan Badan SAR Nasional. Badan

SAR Nasional (disingkat Basarnas) adalah Lembaga Pemerintah Non Kementrian Indonesia yang bertugas melaksanakan tugas pemerintahan di bidang pencarian dan pertolongan (*search and rescue/SAR*) [14].



Gambar 2. 2 Search and Rescue

2.2.3 Prototype

Prototype adalah model awal atau versi eksperimental dari suatu sistem, yang dikembangkan untuk menguji konsep, desain, dan fungsionalitas sebelum tahap produksi akhir. Dalam bidang teknologi, *prototype* berfungsi sebagai alat untuk mengevaluasi kinerja, mendeteksi kelemahan, serta melakukan perbaikan sebelum implementasi secara luas. Pembuatan *prototype* memungkinkan pengembang untuk melakukan simulasi dan pengujian terhadap fitur utama dari sistem yang dirancang, serta mendapatkan masukan dari pengguna atau stakeholder terkait. Proses ini sangat penting dalam mengurangi risiko kegagalan produk saat diterapkan secara nyata. Selain itu, *prototype* juga membantu dalam dokumentasi teknis dan komunikasi antartim pengembang. *Prototype* bukanlah sesuatu yang lengkap, tetapi sesuatu yang harus dievaluasi dan dimodifikasi

kembali [15].

2.2.4 Robot Hexapod

Robot *hexapod* adalah robot yang bergerak menggunakan enam kaki, yang dirancang dengan inspirasi dari makhluk biologis seperti laba-laba, kalajengking, dan semut. Dibandingkan robot berkaki dua (*bipedal*) atau berkaki empat (*quadruped*), robot *hexapod* memiliki keseimbangan yang lebih baik karena selalu memiliki beberapa kaki yang menopang tubuhnya saat bergerak. Setiap kaki biasanya dikendalikan oleh tiga buah servo untuk menghasilkan gerakan yang fleksibel dan kompleks, seperti berjalan maju, mundur, berbelok, dan bahkan melintasi medan tidak rata.

Sistem kontrol gerak pada robot ini dapat dikembangkan menggunakan berbagai algoritma gait seperti *tripod gait* atau *wave gait* untuk menyesuaikan dengan kecepatan dan kestabilan yang dibutuhkan. Selain itu, robot *hexapod* sering dilengkapi dengan sensor-sensor navigasi seperti sensor jarak dan kamera untuk meningkatkan kemampuan otonominya. Adapun tujuan robot *hexapod* ini bernavigasi untuk aplikasi robot patroli yang bekerja di lingkungan yang sulit diprediksi [16].



Gambar 2. 3 Robot Hexapod

2.2.5 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak resmi yang digunakan untuk menulis, mengunggah, dan mengelola program pada papan pengembangan Arduino maupun mikrokontroler yang kompatibel lainnya. Arduino IDE menyediakan antarmuka pemrograman yang sederhana dan mudah digunakan, bahkan oleh pemula, dengan bahasa pemrograman berbasis C/C++.

Fitur utama dari Arduino IDE meliputi editor teks untuk menulis kode (*sketch*), tombol verifikasi dan unggah program, serial monitor untuk melihat data keluaran secara *real-time*, serta berbagai pustaka (*library*) dan contoh kode yang mempermudah proses pengembangan proyek elektronika. Arduino IDE juga mendukung berbagai jenis *board* dengan hanya menginstal *Board Manager* tambahan, seperti ESP8266 dan ESP32. Dalam pengembangannya, Arduino IDE memfasilitasi komunikasi antara komputer dan mikrokontroler melalui port USB, sehingga proses *upload* program menjadi lebih praktis dan cepat. Karena kemudahan penggunaan serta dukungan

komunitas yang luas, Arduino IDE menjadi alat penting dalam pengembangan berbagai proyek mikrokontroler, mulai dari sistem otomatisasi, robotik, IoT, hingga prototipe alat industri.



Gambar 2. 4 Arduino IDE

2.2.6 Rangka Robot

Rangka robot dirancang menggunakan bahan PLA+ 3d Print dan akrilik 3mm dan 2mm. Robot ini memiliki spesifikasi dengan panjang *coxa* 30mm, *femur* 45mm, *tibia* 65mm, *body side* 80mm, *body length* 120mm, *idle robot size* ab 30cm x 30cm x tinggi 20cm, dan berat sekitar 2-3kg.



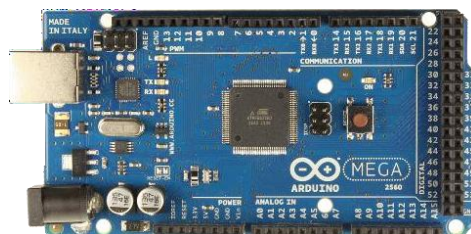
Gambar 2. 5 Rangka Robot

2.2.7 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan sebuah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (*datasheet* ATmega2560). Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana 15 pin dapat

digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input* analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial *hardware*), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset [17].

Arduino Mega 2560 dirancang untuk proyek-proyek yang membutuhkan banyak *input/output*, seperti robotika, otomasi, dan sistem monitoring berskala besar. Dengan kapasitas memori flash sebesar 256 KB, SRAM sebesar 8 KB, dan EEPROM sebesar 4 KB, *board* ini sangat ideal untuk menangani program-program kompleks. Selain itu, Arduino Mega 2560 juga kompatibel dengan berbagai macam sensor dan modul tambahan seperti *motor driver*, LCD, modul komunikasi, dan lain-lain, serta didukung oleh Arduino IDE yang memudahkan proses pemrograman.



Gambar 2. 6 Arduino Mega 2560

2.2.8 Servo Controller

Servo controller adalah alat yang digunakan untuk mengendalikan motor servo secara paralel dengan kanal *pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur posisi, kecepatan, dan sudut rotasi sejumlah motor servo sekaligus. Penggunaan *servo controller* sangat penting dalam sistem robotik atau mekanik yang memerlukan koordinasi gerakan dari banyak servo sekaligus, seperti pada lengan

robot, dan robot berkaki.

Salah satu modul *servo controller* yang umum digunakan adalah PCA9685, yaitu modul pengendali PWM berbasis I2C yang mampu mengendalikan hingga 16 kanal servo secara independen hanya dengan dua pin kontrol dari mikrokontroler (SDA dan SCL). Modul ini sangat efisien karena mengurangi beban PWM pada mikrokontroler, memungkinkan kontrol servo lebih stabil dan presisi. PCA9685 bekerja dengan frekuensi PWM yang dapat diatur dan mendukung tegangan servo eksternal hingga 6V, menjadikannya ideal untuk proyek robotik dengan banyak motor servo. Dengan menggunakan PCA9685, sistem kontrol menjadi lebih rapi, efisien, dan mudah dikembangkan untuk kebutuhan proyek yang kompleks.



Gambar 2. 7 Servo Controller PC9685

2.2.9 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan sebagai pengukur jarak antara robot dengan dinding dan halangan. Sensor ultrasonik terdiri dari pemancar, penerima dan rangkaian pengatur. Rangkaian pemancar bekerja sebagai pemancar gelombang ultrasonik. Pemantulan gelombang akan terjadi apabila adanya halangan atau rintangan berupa objek maka pemantulan gelombang akan diterima oleh

rangkaian penerima gelombang ultrasonik. Durasi waktu pantulan gelombang akan dipindahkan menjadi sinyal digital dalam bentuk pulsa. Sinyal ini yang akan diproses mikrokontroler sehingga mendapatkan nilai jarak antara objek dan rangkaian sensor [8].

Salah satu jenis sensor ultrasonik yang umum digunakan adalah HC-SR04, yang bekerja dengan prinsip mengirimkan sinyal ultrasonik pada frekuensi 40 kHz melalui pin *trigger*, lalu mendeteksi pantulannya pada pin *echo*. Sensor ini memiliki jangkauan pengukuran efektif antara 2 cm hingga 400 cm dengan tingkat akurasi yang cukup baik, sehingga sangat cocok digunakan pada robot untuk navigasi dan deteksi rintangan.



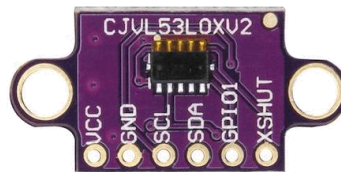
Gambar 2. 8 Sensor Ultrasonik HC-SR04

2.2.10 Sensor LiDAR

LiDAR (*Light Detection and Ranging*) adalah teknologi pengukuran jarak berbasis cahaya yang bekerja dengan cara menembakkan sinar laser ke suatu objek dan mengukur waktu pantul sinar tersebut untuk menentukan jaraknya. Teknologi ini umum digunakan dalam pemetaan, navigasi otonom, dan sistem deteksi karena akurasi dan kecepatan responnya yang tinggi. Sensor ini sering diterapkan dalam berbagai aplikasi robotika dan kendaraan otonom

karena kemampuannya dalam menghasilkan data jarak yang presisi.

VL53L0X adalah perangkat yang memungkinkan untuk mengukurnya dengan presisi tinggi. VL53L0X adalah sensor jarak berbasis laser yang menghasilkan pengukuran jarak yang sangat akurat. Modul ini bisa mengukur jarak absolut hingga 2 meter. Prinsipnya, sinar laser ditembakkan ke obyek terdekat, dipantulkan ke detektor, dan modul ini menghitung waktu tempuh laser (saat ditembakkan dan saat diterima detektor). Modul ini bisa dianggap sebagai modul LiDAR yang lengkap dan kecil (praktis). Modul ini menggunakan *interface* I2C ke mikrokontroler [13].



Gambar 2. 9 Sensor LiDAR VL53L0X

2.2.11 Pixy2 CMUcam5

Pixy CMU Cam 5 merupakan *image* sensor dengan prosesor yang powerful yang diprogram untuk mengirimkan informasi berupa data gambar, sehingga mikrokontroler tidak terbebani dengan proses pembacaan data. Sensor ini juga mampu mengingat tujuh warna yang berbeda, menemukan ratusan benda pada saat yang sama dengan kecepatan 50 fps. Pixy CMU cam 5 memiliki aplikasi *open source* yang disebut PixyMon [12].

Sensor ini sangat cocok digunakan pada sistem robotika yang membutuhkan pemrosesan visual secara *real-time*, seperti

pendeteksian objek, pelacakan warna, atau navigasi berbasis visual. Fitur-fitur utamanya meliputi dukungan komunikasi melalui SPI, I2C, UART, dan analog, kemampuan tracking multi-objek secara bersamaan, algoritma *color-based filtering* yang cepat dan akurat, serta kemampuan untuk menyimpan dan mengenali tanda (*signature*) visual.



Gambar 2. 10 Pixy2 CMUcam5

2.2.12 Gripper

Gripper merupakan interkoneksi alat pengendali yang bentuknya seperti lengan robot. Pengertian lain, *gripper* menyerupai benda kerja sebagai organ pengenggam (biasanya berbentuk jari *gripper*). Beberapa fungsi dari *gripper* antara lain :

1. Mengatur posisi dan fungsi benda kerja yang jelas.
2. Mampu menahan beban statis dan dinamis atau proses spesifik momen dan gaya.
3. Mengubah dan bergerak dalam arah dan posisi dari objek tertentu terhadap peralatan pengendali seperti fungsi lengan/tangan.
4. Dapat beroperasi seperti lengan/jari.

Saat ini, penggunaan *gripper* sudah populer sebagai robot

industri dengan unit komponennya yang mudah diotomatisasikan. Namun *gripper* juga mampu beroperasi dalam perakitan khusus sehingga memiliki fungsi seperti tangan (manusia) palsu. Selain itu, *gripper* juga mudah dikoneksikan dengan sistem kendali automasi sehingga teknologi ini sangat populer dalam industri manufaktur [11].



Gambar 2. 11 Gripper

2.2.13 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor DC dengan serangkaian gir, potensiometer, dan rangkaian kontrol. Gir yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo [18].

Motor servo umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi seperti robotika, lengan mekanik, dan sistem kontrol presisi karena kemampuannya dalam mengatur posisi dengan akurasi tinggi. Servo juga hanya bergerak sejauh sudut tertentu sesuai sinyal PWM,

biasanya dalam rentang 0 hingga 180 derajat, menjadikannya sangat cocok untuk tugas-tugas yang memerlukan kontrol gerak yang terbatas namun presisi.



Gambar 2. 12 Motor Servo

2.2.14 LCD I2C 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C 16x2 merupakan modul tampilan (*display*) yang sering digunakan dalam berbagai proyek mikrokontroler untuk menampilkan data secara visual, seperti informasi sensor, status sistem, atau waktu. LCD ini memiliki 2 baris dan masing-masing baris dapat menampilkan hingga 16 karakter, sehingga cukup untuk menampilkan teks singkat atau angka. Modul ini menggunakan antarmuka I2C (*Inter-Integrated Circuit*) yang hanya membutuhkan dua pin data, yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*), sehingga sangat efisien dalam penggunaan pin mikrokontroler, terutama pada *board* seperti Arduino yang memiliki jumlah pin terbatas. Dibandingkan dengan LCD paralel yang memerlukan banyak kabel, penggunaan I2C sangat memudahkan dalam perakitan dan pengkabelan. Modul ini biasanya sudah dilengkapi dengan *chip backpack* I2C berbasis PCF8574 yang

mengubah sinyal I2C menjadi sinyal paralel untuk dikirim ke LCD. Selain itu, LCD I2C 16x2 juga dilengkapi potensiometer untuk mengatur tingkat kecerahan kontras layar. Dalam implementasinya, LCD I2C 16x2 sangat berguna untuk menampilkan informasi secara *real-time* dari sensor atau sistem, seperti suhu, kelembaban, waktu, atau status perangkat, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau dan mengontrol perangkat berbasis mikrokontroler.



Gambar 2. 13 LCD I2C 16x2

2.2.15 Baterai LiPo 3s

Baterai LiPo (*Lithium Polymer*) 3S adalah salah satu jenis baterai yang umum digunakan dalam berbagai perangkat elektronik, terutama pada perangkat yang membutuhkan daya besar namun tetap ringan, seperti drone, robot, mobil RC, dan proyek mikrokontroler dengan beban tinggi. Istilah “3S” menunjukkan bahwa baterai ini terdiri dari tiga sel yang disusun secara seri (*series*), di mana setiap sel memiliki tegangan nominal sekitar 3,7 volt. Dengan demikian, baterai LiPo 3S memiliki tegangan total sekitar 11,1 volt ($3 \times 3,7V$), dan bisa mencapai maksimal sekitar 12,6 volt saat penuh, serta turun hingga sekitar 9 volt saat hampir habis. Keunggulan baterai LiPo terletak

pada densitas energinya yang tinggi, bobot yang ringan, dan kemampuannya untuk mengalirkan arus besar dengan stabil. Namun, baterai jenis ini juga memerlukan penanganan yang hati-hati karena sensitif terhadap *overcharge*, *over-discharge*, dan korsleting, yang bisa menyebabkan kerusakan bahkan kebakaran. Oleh karena itu, penggunaan baterai LiPo biasanya dilengkapi dengan sistem proteksi dan *balance charger* untuk menjaga setiap sel tetap seimbang selama proses pengisian. Dalam proyek robotik, baterai LiPo 3S menjadi pilihan ideal karena mampu menyuplai tenaga besar secara cepat untuk motor, servo, dan aktuator lainnya.



Gambar 2. 14 Baterai LiPo 3s

2.2.16 Step-down DC

Step-down DC atau yang lebih dikenal dengan sebutan **buck converter** adalah rangkaian konversi daya yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC dari level yang lebih tinggi ke level yang lebih rendah secara efisien. Modul ini banyak digunakan dalam sistem elektronika yang membutuhkan tegangan kerja tertentu yang lebih rendah daripada sumber utamanya, seperti mengubah tegangan dari baterai LiPo 12V menjadi 5V untuk memberi daya pada

mikrokontroler, sensor, atau modul lainnya. *Buck converter* menggunakan prinsip kerja *switching* (saklar cepat) dan penyimpanan energi pada induktor dan kapasitor, sehingga jauh lebih efisien, bahkan bisa mencapai efisiensi di atas 85%. Komponen utama dalam sebuah *step-down* DC biasanya terdiri dari transistor (sebagai saklar), dioda, induktor, dan kapasitor. Beberapa modul *step-down* juga dilengkapi dengan potensiometer untuk mengatur tegangan *output* sesuai kebutuhan. Dalam proyek-proyek berbasis mikrokontroler seperti Arduino, *step-down* menjadi komponen penting untuk memastikan tegangan suplai tetap stabil dan aman bagi komponen elektronik, terutama saat menggunakan sumber daya seperti baterai LiPo yang memiliki tegangan lebih tinggi daripada kebutuhan sistem.



Gambar 2. 15 Step-down DC LM2596

2.2.17 Step-down CC/CV

Step-down CC/CV (Constant Current/Constant Voltage) adalah jenis modul konversi daya DC ke DC yang tidak hanya dapat menurunkan tegangan (*buck converter*), tetapi juga memiliki kemampuan untuk mengatur arus (*current*) dan tegangan (*voltage*) secara presisi. Modul ini sangat berguna dalam aplikasi yang

memerlukan tegangan dan arus keluaran yang terkontrol secara stabil, seperti pengisian baterai Li-ion/LiPo, pemberian daya pada LED *high power*, motor DC, dan perangkat elektronik sensitif lainnya. Mode *Constant Voltage* (CV) memastikan tegangan *output* tetap pada nilai yang ditentukan meskipun beban berubah, sedangkan mode *Constant Current* (CC) menjaga arus *output* agar tidak melebihi batas yang ditetapkan, melindungi beban dari kerusakan akibat arus lebih. Modul ini biasanya dilengkapi dengan dua potensiometer : satu untuk mengatur tegangan *output* dan satu lagi untuk mengatur batas arus maksimum. Dalam praktiknya, modul *step-down* CC/CV dapat menerima *input* dari sumber tegangan yang lebih tinggi (seperti baterai 12V atau adaptor) dan menurunkannya menjadi *output* yang sesuai dengan kebutuhan perangkat, misalnya 5V 2A untuk mikrokontroler atau 9V 1A untuk motor. Modul ini sangat ideal untuk sistem yang memerlukan kestabilan daya dan perlindungan terhadap arus lebih.



Gambar 2. 16 Step-down CC/CV

2.2.18 Push Button

Push button adalah salah satu jenis saklar (*switch*) yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik dalam suatu rangkaian saat ditekan. Komponen ini bekerja secara mekanis, yaitu hanya aktif ketika ditekan dan akan kembali ke posisi semula (nonaktif) saat dilepas. *Push button* banyak digunakan dalam sistem digital sebagai *input* untuk memberikan perintah, seperti menghidupkan perangkat, memicu proses, atau mengganti mode operasi. Dalam mikrokontroler, *push button* biasanya terhubung ke pin *input* digital dan bekerja berdasarkan perubahan logika dari *HIGH* ke *LOW* atau sebaliknya. Untuk memastikan pembacaan sinyal yang stabil, *push button* sering dilengkapi dengan resistor *pull-up* atau *pull-down*, serta teknik *debouncing* untuk menghindari sinyal ganda akibat getaran mekanik saat ditekan.

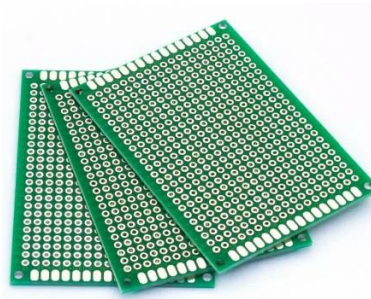


Gambar 2. 17 Push Button

2.2.19 PCB

Printed Circuit Board (PCB) adalah papan sirkuit cetak yang berfungsi sebagai wadah dan jalur koneksi antar komponen elektronik dalam suatu rangkaian. PCB menggantikan penggunaan kabel manual dengan jalur tembaga yang dicetak di atas permukaan papan isolator, sehingga membuat rangkaian menjadi lebih rapi, kompak, dan andal.

PCB terdiri dari beberapa lapisan, mulai dari lapisan tembaga untuk konduktor, lapisan substrat (biasanya berbahan FR4), hingga lapisan pelindung seperti solder mask dan silkscreen untuk penandaan. Berdasarkan jumlah lapisannya, PCB dibedakan menjadi satu lapis, dua lapis, dan multilayer, tergantung kompleksitas sirkuit yang dibangun. Dalam proses perakitan, komponen elektronik seperti resistor, IC, dan konektor dipasang pada PCB menggunakan metode penyolderan. Keberadaan PCB sangat penting dalam sistem elektronika modern karena meningkatkan kestabilan dan keandalan sistem, serta memudahkan dalam produksi massal. Pada proyek mikrokontroler, PCB sering digunakan untuk merancang rangkaian kustom, baik sebagai sistem utama maupun sebagai modul tambahan seperti *motor driver*, sensor, dan regulator tegangan. Dengan menggunakan PCB, rangkaian tidak hanya menjadi lebih efisien, tetapi juga lebih mudah untuk dipelihara dan direplikasi.



Gambar 2. 18 PCB

2.2.20 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel yang berfungsi sebagai penghubung antar titik dalam suatu rangkaian tanpa memerlukan proses

penyolderan, sehingga sangat memudahkan dalam pengembangan dan modifikasi sistem khususnya dalam pembuatan dan pengujian rangkaian secara prototipe. Kabel jumper umumnya digunakan pada papan *breadboard* maupun koneksi antar pin pada mikrokontroler seperti Arduino. Berdasarkan jenis konektornya, kabel jumper terbagi menjadi tiga tipe, yaitu *male to male*, *male to female*, dan *female to female*. Tipe *male to male* digunakan untuk menghubungkan dua pin *female*, sedangkan *male to female* dan *female to female* masing-masing digunakan untuk menghubungkan antara pin *male* dan *female*, maupun dua pin *male*. Kabel ini memiliki karakteristik fleksibel, tersedia dalam berbagai panjang dan warna, sehingga memudahkan pengguna dalam pengaturan dan identifikasi jalur koneksi. Dalam sistem berbasis mikrokontroler, kabel jumper memiliki peran penting sebagai penghubung antara pin *input/output* dengan sensor, aktuator, maupun modul lainnya agar dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan program yang dijalankan. Kemudahan dalam penggunaan serta kemampuan untuk dilepas-pasang tanpa merusak rangkaian menjadikan kabel jumper sebagai alat yang sangat dibutuhkan dalam eksperimen dan pengembangan sistem elektronik.



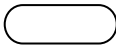
Gambar 2. 19 Kabel Jumper

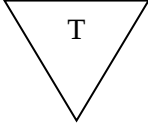
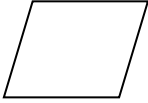
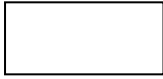
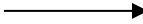
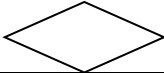
2.2.21 Flowchart

Menurut Mulyadi dalam buku Sistem Akuntansi definisi *Flowchart* yaitu : “*Flowchart* adalah bagan yang menggambarkan aliran dokumen dalam suatu sistem informasi.” Menurut Al-Bahra bin Iadjamudin mengatakan bahwa : “*Flowchart* adalah bagan-bagan yang mempunyai arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian suatu masalah. *Flowchart* merupakan cara penyajian dari suatu algoritma.”

Dari dua definisi diatas maka dapat disimpulkan bahwa pengertian *flowchart* adalah suatu simbol yang digunakan untuk menggambarkan suatu arus data yang berhubungan dengan suatu sistem transaksi akuntansi. Menurut Krismiaji simbol dari bagan alir (*flowchart*) adalah sebagai berikut ini :

Tabel 2. 1 Flowchart

No.	Simbol	Pengertian	Keterangan
1.		Mulai/berakhir (<i>Terminal</i>)	Digunakan untuk memulai, mengakhiri, atau titik henti dalam sebuah proses atau program; juga digunakan untuk menunjukkan pihak eksternal.

No.	Simbol	Pengertian	Keterangan
2.		Arsip	Arsip dokumen disimpan dan diambil secara manual. Huruf didalamnya menunjukkan cara pengurutan arsip : N = Urut Nomor; A = Urut Abjad; T = Urut Tanggal.
3.		<i>Input/Output;</i> Jurnal/Buku Besar	Digunakan untuk menggambarkan berbagai media <i>input</i> dan <i>output</i> dalam sebuah bagan alir program.
4.		Penghubung Pada Halaman Berbeda	Menghubungkan bagan alir yang berada di halaman yang berbeda.
5.		Pemrosesan Komputer	Sebuah fungsi pemrosesan yang dilaksanakan oleh komputer biasanya menghasilkan perubahan terhadap data atau informasi
6.		Arus Dokumen atau Pemrosesan	Arus dokumen atau pemrosesan; arus normal adalah ke kanan atau ke bawah.
7.		Keputusan	Sebuah tahap pembuatan keputusan
8.		Penghubung Dalam Sebuah Halaman	Menghubungkan bagan alir yang berada pada halaman yang sama.

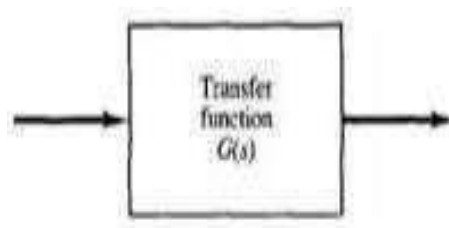
2.2.22 Diagram Blok

Diagram blok adalah diagram suatu sistem yang bagian-bagian atau fungsi-fungsi utama yang diwakili oleh blok-blok dihubungkan oleh garis-garis yang menunjukkan hubungan antar blok-blok tersebut. Mereka banyak digunakan dalam bidang teknik dalam desain perangkat keras, desain elektronik, desain perangkat lunak, dan diagram alur proses.

Diagram blok biasanya digunakan untuk deskripsi tingkat lebih tinggi dan kurang rinci yang dimaksudkan untuk memperjelas konsep keseluruhan tanpa memperhatikan detail implementasi. Bandingkan dengan diagram skematik dan diagram tata letak yang digunakan dalam teknik kelistrikan, yang menunjukkan rincian implementasi komponen kelistrikan dan konstruksi fisik. Berikut ini adalah komponen dasar Diagram Blok :

a. Blok Fungsional

Fungsi transfer komponen terdapat dalam blok fungsional, kadang-kadang disebut blok, yang digabungkan dengan panah untuk menunjukkan arah aliran sinyal. *Input* ditunjukkan dengan panah yang masuk ke dalam blok, dan *output* ditunjukkan dengan panah yang keluar dari blok.

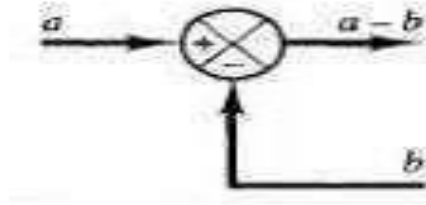


Gambar 2. 20 Blok fungsional

b. Titik Penjumlahan (*Summing Point*)

Simbol titik penjumlahan adalah lingkaran dengan tanda X di dalamnya. mempunyai satu keluaran dan dua masukan atau lebih. Selain menghasilkan total masukan secara aljabar, titik penjumlahan menambah, mengurangi, atau menggabungkan penjumlahan dan pengurangan masukan tergantung pada

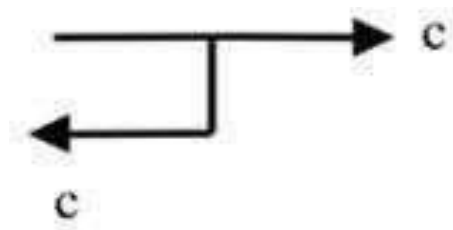
polaritas masukan.



Gambar 2. 21 Titik Penjumlahan

c. Percabangan

Percabangan dapat digunakan ketika terdapat beberapa blok dan Anda ingin menerapkan *input* yang sama ke setiap blok. *Input* yang sama menyebar ke seluruh blok dengan cara bercabang, menjaga nilainya tidak berubah.



Gambar 2. 22 Percabangan