

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang optimal, dilakukan kajian dan penelitian terdahulu, sehingga bisa dijadikan referensi dalam penelitian dengan tujuan agar diperoleh perbandingan kelebihan pada masing-masing perancang.

“Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Logam Dan Non Logam Otomatis Berbasis Arduino” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Chairunnisah, Andini dkk, 2019). Permasalahannya bagaimana merancang bangun alat pemilah sampah otomatis logam dan non logam berbasis Arduino. Penelitian ini menggunakan metode perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian data dilakukan dengan cara pengujian sistem keseluruhan yang merupakan gabungan sistem secara utuh dan pengujian alat.

“Rancang Bangun Prototype Alat Pemilah Limbah Logam dan Plastik Otomatis Berbasis Arduino Uno” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Sahfira Isnaini Lubis dkk, 2021). Penulis akan membuat sebuah tempat pemilah limbah plastik dan logam menggunakan Mikrokontroler, sensor proximity, motor servo dan conveyor. Dalam pembuatan pada alat pemilah limbah, penulis memerlukan sebuah flowchart untuk menggambarkan aliran data yang masuk maupun keluar.

“Sistem Pendeteksi Sampah Logam Dengan Sampah Non Logam Untuk Pengepul Barang Bekas Dikampung Bekas Jati” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Dwi Wulan Nabila dan Rully Pramudita, 2022). Penulis akan membuat sistem pemilah sampah logam dan non logam yang dibuat untuk memisahkan sampah secara otomatis karena dilengkapi dengan sensor kapasitif proximity yang berfungsi untuk mendeteksi adanya sampah logam. Dalam pembuatan alat pendeteksi sampah logam dan non logam tersebut membutuhkan adanya koneksi internet untuk berbagi data secara real time.

“Sistem Cerdas Pemilah Sampah Logam Non Logam Dan Penghitung Volume Sampah” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Maya Rahayu dkk, 2020). Permasalahannya pengelolaan sampah di lingkungan masyarakat masih menggunakan jasa petugas kebersihan dalam memilah jenis sampah. Tercampurnya berbagai jenis sampah dapat merusak atau mengurangi nilai material yang dapat dimanfaatkan lagi, khususnya sampah berunsur logam yang memiliki nilai jual tinggi. Pengujian data dilakukan dengan cara pengujian sistem keseluruhan yang merupakan gabungan sistem secara utuh dan pengujian alat.

“Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Andrian Eko Widodo dan Suleman, 2020). Permasalahannya bagaimana merancang bangun pemilah sampah berbasis Arduino Uno secara otomatis. Penelitian ini menggunakan metode perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor proximity. Dengan adanya alat ini dapat membantu para aktivis peduli lingkungan yang memanfaatkan sampah untuk didaur ulang dan disajikan menjadi suatu produk.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan.

No	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	“Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Logam Dan Non Logam Otomatis Berbasis Arduino” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh Andini (Chairunnisah dkk, 2019).	Membuat alat pemilah sampah logam dan non logam.	Penelitian ini merancang alat yang terdiri dari Arduino Uno sebagai sistem kontrol, Motor servo sebagai penggerak penghalang untuk memisahkan sampah logam dan LCD untuk

			menampilkan jenis sampah logam
2	“Rancang Bangun Prototype Alat Pemilah Limbah Logam dan Plastik Otomatis Berbasis Arduino Uno” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Sahfira Isnaini Lubis dkk, 2021).	Merancang alat pemilah sampah logam dan non logam secara otomatis.	Penelitian ini merancang jenis alat menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroller dan menggunakan motor servo sebagai pemisah.
3	“Sistem Pendeteksi Sampah Logam Dengan Sampah Non Logam Untuk Pengepul Barang Bekas Dikampung Bekas Jati” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Dwi Wulan Nabila dan Rully Pramudita, 2022).	Membuat alat untuk memilah sampah logam dan non logam.	Penelitian ini merancang sistem menggunakan prosedur penelitian prototype.
4	“Sistem Cerdas Pemilah Sampah Logam Non Logam Dan Penghitung Volume Sampah” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Maya Rahayu dkk, 2020).	Membuat alat pemilah sampah logam dan non logam.	Penelitian ini menggunakan alat servo untuk menjatuhkan sampah ketempat sampah logam, volume dideteksi oleh sensor ultrasonik dan ditransmisikan

			oleh modul wifi ke smartphone.
5	“Otomatisasi Pemilah Sampah Berbasis Arduino Uno” Pada penelitian terdahulu sebelumnya dilakukan oleh (Andrian Eko Widodo dan Suleman, 2020).	Membuat alat pemilah sampah logam dan non logam.	Penelitian ini menggunakan sistem control Arduino Uno, indikator LCD 16×2 dan servo sebagai penggeraknya.

2.2 Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan) (Glaser, Horst Albert, (2011). Istilah robot berawal bahasa Cheko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor. Biasanya kebanyakan robot industri digunakan dalam bidang produksi. Penggunaan robot lainnya termasuk untuk pembersihan limbah beracun, penjelajahan bawah air dan luar angkasa, pertambangan, pekerjaan "cari dan tolong" (search and rescue), dan untuk pencarian tambang. Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen di bidang hiburan, dan alat pembantu rumah tangga, seperti penyedot debu, dan pemotong rumput.

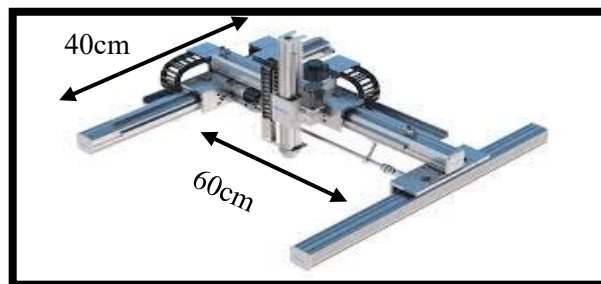
Cara kerja dari Robot Cartesian dengan sumbu Tunggal dan sumbu tambahan sebagai berikut:

- Beberapa robot dapat dikendalikan secara bersamaan dengan satu pengontrol. Sistem ini dapat diperluas hingga dua grup dengan 8 sumbu.
- Beberapa robot dikendalikan dengan satu pengontrol, sehingga kerjasama dapat terjalin tanpa PLC atau IO antar pengontrol.
- Pukulan Panjang hingga kira-kira sumbu Y 2m dimungkinkan

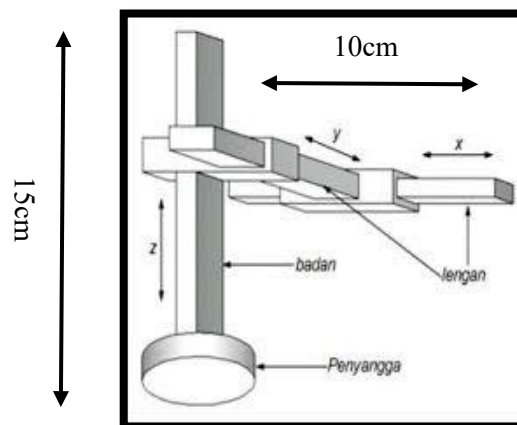
menggunakan kontrol penggerak ganda (sinkron 2 sumbu).

- Sistem ini mendukung transfer jarak jauh dan spesifikasi kapasitas muatan berat.
- Kombinasi mekanisme dan metode kontrol yang optimal diusulkan sesuai dengan kemampuan pengulangan yang diperlukan.
- Bagian yang diidentifikasi pada indeks oleh perangkat penglihatan dihapus dan disortir oleh robot.

Koordinat kartesius suatu titik biasanya ditulis dalam tanda kurung dan dipisahkan dengan koma, seperti pada $(10, 5)$ atau $(3, 5, 7)$. Asalnya sering diberi label dengan huruf kapital O . Dalam geometri analitik, koordinat yang tidak diketahui atau umum sering dilambangkan dengan huruf (x, y) pada bidang, dan (x, y, z) dalam ruang tiga dimensi. Kebiasaan ini berasal dari konvensi aljabar, yang menggunakan huruf di dekat akhir alfabet untuk nilai yang tidak diketahui (seperti koordinat titik dalam banyak soal geometri), dan huruf di dekat awal untuk besaran tertentu.



Gambar 2.1 Kerangka Robot/Robot Gantry



Gambar 2.2 Sumbu x, y, z pada robot Cartesian

2.3 Pemilah

Pemilahan sampah merupakan salah satu kegiatan memisahkan sampah sesuai dengan jenis sampah. Pemilahan sampah dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis kelompok sampah, yakni sampah organik, anorganik, dan residu (Syahrudin, Ahmad (2022)).

Pemilahan berarti upaya untuk memisahkan sekumpulan dari “sesuatu” yang sifatnya heterogen menurut jenis atau kelompoknya sehingga menjadi beberapa golongan yang sifatnya homogen. Ini berarti perlu manajerial. Manajemen Pemilahan Sampah dapat diartikan sebagai suatu proses kegiatan penanganan sampah sejak dari sumbernya dengan memanfaatkan penggunaan sumber daya secara efektif yang diawali dari pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, hingga pembuangan, melalui pengendalian pengelolaan organisasi yang berwawasan lingkungan, sehingga dapat mencapai tujuan atau sasaran yang telah ditetapkan yaitu lingkungan bebas sampah (Santoso, Urip (2022)).

2.4 Sampah Logam

Sampah adalah zat atau bahan yang sudah tidak berguna lagi dan sudah semestinya untuk dibuang atau menjadi urusan petugas kebersihan (Suryati (2009)). Logam adalah unsur yang mempunyai sifat fisik umum seperti berwujud padat, bertitik leleh tinggi, lentur (tidak mudah patah), mudah di bentuk (dapat di tempa dan ditarik), penghantar panas dan listrik yang baik, dan dapat dibuat paduan antar sesama logam (Fatih, Ahmad (2012)). Limbah logam dapat dibagikan menjadi 2 jenis yaitu:

- Limbah yang berasal dari industri logam (Primary Metal Industries) contohnya industry peleburan logam, industri pengecoran logam, indistri penempaan, proses rolling dan extruding.
- Limbah yang berasal dari industri yang menggunakan logam (Fabricated Metal Product) contohnya industri kaleng, industri kawat, mesin dan peralatan untuk pertanian dan perangkat keras lainnya.



Gambar 2.3 Limbah Sampah Logam

2.5 Otomatis

Otomatisasi merupakan salah satu realisasi dari perkembangan teknologi, dan merupakan alternatif untuk memperoleh sistem kerja yang cepat, akurat, efektif dan efisien, sehingga diperoleh hasil yang lebih optimal (Dahlan, M. dkk. 2013). Dalam era industri modern, sistem kontrol proses industri biasanya merujuk pada otomatisasi sistem kontrol yang digunakan. Sistem kontrol industri dimana peranan manusia masih amat dominan, misalnya dalam merespon besaran-besaran proses yang diukur oleh sistem kontrol tersebut dengan serangkaian langkah berupa pengaturan panel dan saklar-saklar yang relevan telah banyak digeser dan digantikan oleh sistem kontrol otomatis. Otomatisasi adalah penggunaan peralatan mekanik dan elektronik yang menggantikan peranan manusia (Herjanto, Eddy (2019).

2.6 Perangkat Hardware

2.6.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip berupa IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu seperti menerima sinyal input, mengolahnya, kemudian memberikan sinyal output sesuai dengan program yang telah diisikan ke mikrokontroler tersebut.

Pengendali mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan Microcontroller ini terdiri dari satu atau lebih inti prosesor (CPU), memory (RAM dan ROM), serta perangkat INPUT dan OUTPUT (I/O) yang dapat diprogram. Walaupun mirip dengan komputer namun kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan komputer atau PC.

Kecepatan pengolahan data mikrokontroler umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz yang tentu lebih rendah dibandingkan komputer atau PC saat ini yang telah mencapai kecepatan hingga orde GHz. Begitu juga dengan kapasitas memory (RAM dan ROM) yang hanya berkisar pada orde Kbytes.

Mikrokontroler memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu:

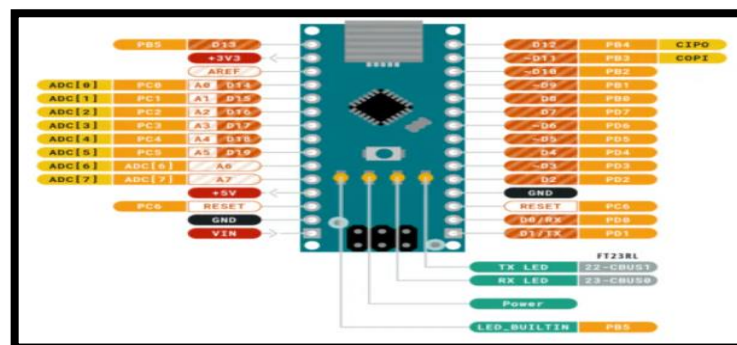
- Sebagai timer atau pewaktu
- Sebagai pembangkit osilasi
- Sebagai Flip-flop

2.6.2 Arduino Nano

Arduino Nano adalah board yang lebih kecil dari Arduino Uno. Board ini menggunakan chip mikrokontroler ATmega328P dan memiliki 14 pin digital input/output (IO), 8 pin analog input, sebuah resonator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack power DC, dan ICSP header. Board ini cocok untuk proyek-proyek yang membutuhkan ukuran yang lebih kecil (Ridwan, Achmad, dkk (2023).



Gambar 2.4 Arduino Nano V3



Gambar 2.5 Pin Out Arduino Nano V3

2.6.3 Sensor

Sensor adalah jenis transducer yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus Listrik.

Sensor biasa digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran dan pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain adalah sensor cahaya, sensor suhu dan sensor tekanan. Pada perancangan dan realisasi alat pemantau pengendali dan penyampaian informasi status operasi mesin secara otomatis ini menggunakan sensor suhu, sensor tegangan dan sensor tekanan (Kristiadjie, 2016).

2.6.4 Sensor Proximity Induktif

Sensor Proximity Induktif adalah salah satu jenis sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek tanpa adanya kontak fisik. Objek yang dapat terdeteksi oleh sensor proximity induktif adalah jenis-jenis logam seperti tembaga, baja, aluminium dan lain-lain (Sendari, Siti, dkk (2021).

Pada umumnya terbuat dari kumparan/koil dengan inti ferit sehingga dapat menghasilkan medan elektromagnetik frekuensi tinggi. Output dari sensor jarak jenis induktif ini dapat berupa analog maupun digital. Versi Analog dapat berupa tegangan (biasanya sekitar 0 – 10VDC) atau arus (4 – 20mA).

Prinsip kerja dari inductive proximity sensor yaitu apabila ada tegangan sumber, maka osilator yang ada pada proximity akan membangkitkan medan magnet, dengan frekuensi tinggi. Jika sebuah benda logam didekatkan pada permukaan sensor, maka medan magnet akan berubah. Fungsi inductive proximity sensor ini dalam suatu rangkaian pengendali adalah sebagai kontrol untuk menghidupkan maupun mematikan suatu sistem interlock, dengan bantuan peralatan semi digital untuk sistem kerja berurutan dalam rangkaian kontrol.



Gambar 2.6 Sensor Proximity Induktif LJ12A34Z

2.6.5 Motor Stepper

Motor Stepper merupakan motor Listrik yang tidak mempunyai komunikator, Dimana semua lilitanya merupakan bagian dari stator. Pada motornya

hanya merupakan magnet permanen. Semua komutasi setiap lilitan harus dikontrol secara eksternal sehingga motor stepper ini dapat dikontrol sehingga dapat berhenti pada posisi yang diinginkan atau bahkan berputar kearah yang berlawanan (Nasir, Januardi, dkk (2024).

Prinsip kerja dasar motor stepper adalah sebagai berikut: Dengan memberi energi pada satu atau lebih fasa stator, medan magnet dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan dan rotor sejajar dengan medan tersebut. Dengan menyuplai fase berbeda secara berurutan, rotor dapat diputar dengan jumlah tertentu untuk mencapai posisi akhir yang diinginkan.

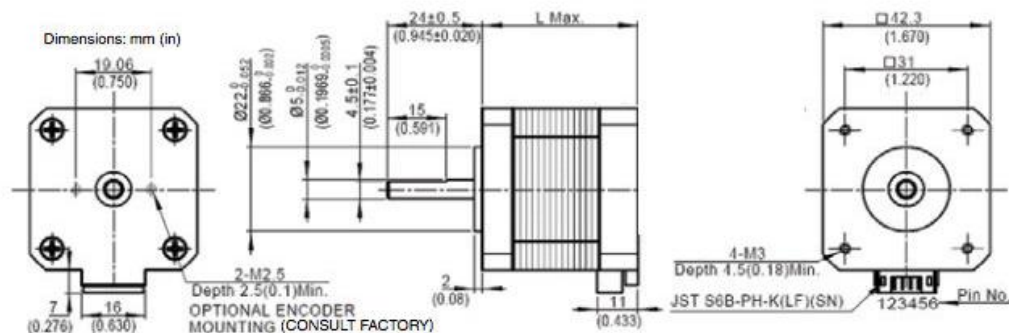
Jenis dan Konstruksi Motor Stepper Performa motor stepper baik dalam hal resolusi (atau ukuran langkah), kecepatan, dan torsi dipengaruhi oleh detail konstruksi, yang pada saat yang sama juga dapat memengaruhi cara motor dikendalikan. Faktanya, tidak semua motor stepper memiliki struktur internal (atau konstruksi) yang sama, karena terdapat konfigurasi rotor dan stator yang berbeda. Untuk motor stepper, pada dasarnya ada tiga jenis rotor:

- Rotor magnet permanen: Rotor merupakan magnet permanen yang sejajar dengan medan magnet yang dihasilkan oleh rangkaian stator. Solusi ini menjamin torsi yang baik dan juga torsi penahan. Ini berarti motor akan menolak, meskipun tidak terlalu kuat, terhadap perubahan posisi terlepas dari apakah kumparan diberi energi. Kekurangan dari solusi ini adalah kecepatannya lebih rendah dan resolusinya lebih rendah dibandingkan tipe lainnya.
- Rotor keengganan variabel: Rotor terbuat dari inti besi, dan memiliki bentuk tertentu yang memungkinkannya sejajar dengan medan magnet. Dengan solusi ini lebih mudah untuk mencapai kecepatan dan resolusi yang lebih tinggi, namun torsi yang dihasilkan seringkali lebih rendah dan tidak ada torsi penahan
- Rotor hibrida: Rotor jenis ini memiliki konstruksi spesifik, dan merupakan gabungan antara versi magnet permanen dan keengganan variabel. Rotor memiliki dua tutup dengan gigi bergantian, dan dimagnetisasi secara aksial. Konfigurasi ini memungkinkan motor mendapatkan keunggulan dari versi

magnet permanen dan keengganan variabel, khususnya resolusi tinggi, kecepatan, dan torsi.

Description	Length	Mounted	Mounted	Winding		Detent		Rotor		Motor		
		Rated	Holding	Ohms	mH	Torque	Torque	Inertia	Inertia	Weight	Weight	
(Stack)	"L" Max	Amps	Nm	oz-in	±10%	@ 20°C	mNm	oz-in	g cm ²	oz-in ²	kg	lbs
Single	39.8 mm (1.57 in)	2	0.48 Typ.	68 Typ.	1.04	2.2	15	2.1	57	0.31	0.28	0.62
Double	48.3 mm (1.90 in)	2	0.63	89	1.3	2.9	25	3.5	82	0.45	0.36	0.79
Triple	62.8 mm (2.47 in)	2	0.83	120	1.49	3.8	30	4.2	123	0.67	0.6	1.3

*All standard motors have plug connector. Consult factory for other options.



Gambar 2.7 Motor Stepper Nema 23 101 Nm

2.6.6 Power Supply

Power Supply adalah sebagai catu daya untuk untuk menghidupkan perangkat elektronika sesuai dengan kapasitas listrik yang dibutuhkan. Power supply atau catu daya dibutuhkan jika ingin menggunakan perangkat elektronik yang membutuhkan tegangan khusus (Telaumbanua, Mareli (2021)).

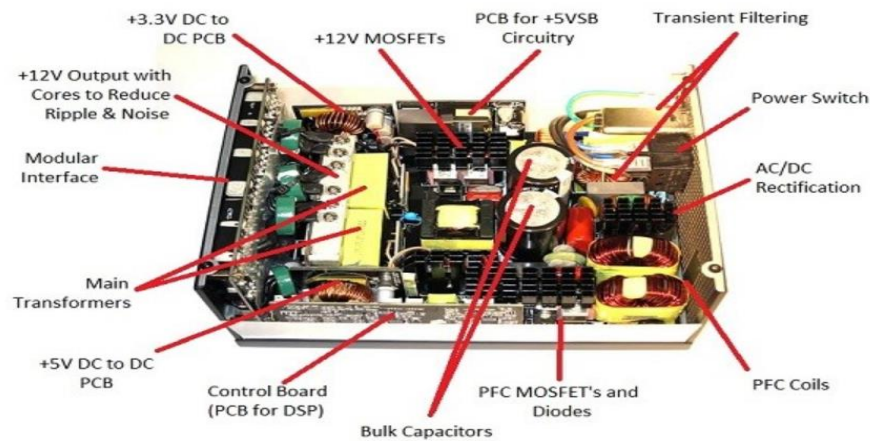
Berdasarkan fungsinya, power supply dibagi menjadi 3, yaitu:

- Regulated power supply, yaitu catu daya yang bisa mengontrol kestabilan tegangan dan arus listrik meski ada variasi dan perubahan beban.
- Unregulated power supply, yaitu catu daya yang tegangan dan arus listriknya dapat berubah apabila sumber listrik berubah.

Cara kerja power supply begitu perangkat elektronik dihubungkan dengan listrik tergantung dari jenis power supply yang digunakan. Berikut adalah beberapa diantaranya:

- DC power supply. Catu daya ini akan mengalirkan tegangan atau arus listrik dalam bentuk direct current atau arus listrik searah.
- AC power supply. Catu daya ini mengalirkan tegangan atau arus listrik

dalam bentuk alternating current atau arus listrik bolak-balik. Contohnya listrik yang berasal dari PLN atau generator.



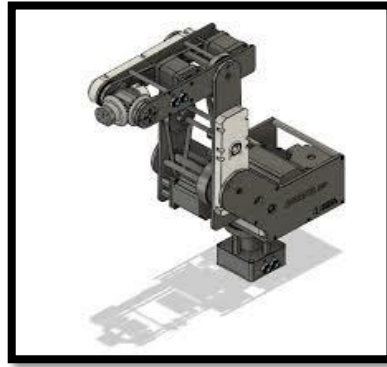
Gambar 2.8 Power Supply 5 V

2.6.7 Arm Robot

Lengan robot adalah robot yang memiliki bentuk fisik seperti halnya lengan manusia dan memiliki derajat kebebasan atau degree of freedom (DOF) tertentu bergantung pada jumlah sendi yang digunakan. Robot lengan sering digunakan pada dunia industri sebagai mekanik otomatis berbentuk lengan, robot lengan biasa digunakan sebagai aktuator untuk mengambil ataupun menaruh suatu objek pada sebuah proses industri pada bagian produksi (Afin (2018)).

lengan robot yang berfungsi untuk memindahkan benda-benda berdiameter 3cm dari tempat satu kesisi tempat lain, dengan dikendalikan oleh joystick. Untuk membuat lengan robot dibutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

- 3 Buah Servo
- 1 buah servo mikro
- 1 buah papan roti
- 1 Buah Arduino
- Jumper Secukupnya
- Kabel USB
- Baterai 9 Volt
- Kawat Besi
- 2 modul Joystik



Gambar 2.9 Arm Robot

2.6.8 Conveyor

Belt Conveyor merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan material baik material curah maupun material satuan, dari suatu tempat ketempat lainnya dengan terus memimpin yang memiliki arah rute horizontal bangun Roller Tension (Beletri Roll) yang polaranya terhubung ke motor sebagai penggerak atau disebut Drive Wheel (Fachri, Pane, Syafriah (2019).

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 disain 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. Prinsip kerja belt conveyor adalah mentransport material yang ada di atas belt, dimana umpan atau inlet pada sisi tail dengan menggunakan chute dan setelah sampai di head material ditumpahkan akibat belt berbalik arah. Belt digerakkan oleh drive / head pulley dengan menggunakan motor penggerak. Head pulley menarik belt dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan drum dengan belt, sehingga kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut.



Gambar 2.10 Conveyor

2.6.9 Gripper Elektromagnetik

Gripper adalah sebuah pendekatan terhadap pola gerakan dari salah satu bagian tubuh manusia yaitu jari tangan. Gripper dirancang secara mekanis untuk mendapatkan gerak yang mendekati jari tangan secara fungsional. Mekanisme gripper merupakan sebuah kalibrasi antara penggerak dan gripper. Penggerak berfungsi mengatur Gerakan gripper seperti otot yang mengatur gerakan jari manusia (Robertus, (2016).

Gripper elektromagnetik adalah piranti yang digunakan untuk memegang atau mencekram sebuah objek dengan menggunakan metode elektromagnetik. Jangka waktu atau lifespan dari sebuah gripper elektromagnetik bergantung pada beberapa faktor, termasuk kualitas pembuatan, intensitas penggunaan, lingkungan operasional, dan perawatan yang dilakukan. Faktor yang mempengaruhi masa pakai gripper elektromagnetik:

- Kualitas dan Material: Gripper yang dibuat dari material berkualitas tinggi dengan desain yang baik cenderung memiliki masa pakai yang lebih panjang.
- Lingkungan Operasional: Lingkungan kerja seperti suhu, kelembapan, debu, dan bahan kimia dapat mempengaruhi masa pakai.

Secara umum, dengan perawatan yang tepat, gripper elektromagnetik dapat bertahan bertahun-tahun, bahkan hingga lebih dari satu dekade. Namun, untuk aplikasi yang sangat intensif atau lingkungan yang keras, masa pakai efektif mungkin lebih pendek, berkisar antara 3 hingga 5 tahun. Pastikan untuk merujuk pada spesifikasi dari produsen dan mengikuti panduan perawatan yang direkomendasikan untuk mendapatkan estimasi masa pakai yang lebih akurat.

Tipe Gripper Elektromagnetik:

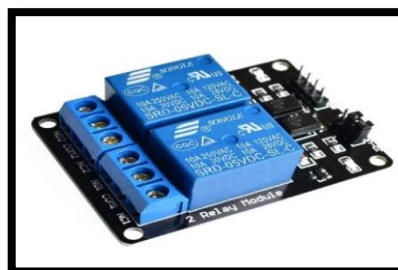
- Gripper ini hanya membutuhkan satu permukaan untuk menggenggam material.
- Pemahaman materi dilakukan dengan sangat cepat.
- Tidak memerlukan desain terpisah untuk menangani material dengan ukuran berbeda.
- Ia mampu menangkap material berlubang, seperti lembaran baja berlubang, yang tidak dapat dilakukan pada gripper vakum.
- Penanganan presisi satu lembaran baja setiap kali daripada mengambil 2 atau beberapa lembaran tipis.



Gambar 2.11 Gripper Elektromagnetik 86560

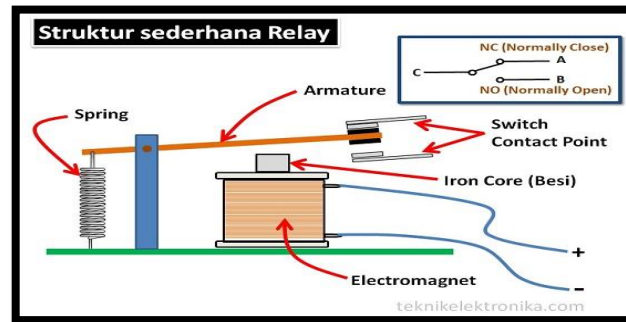
2.6.10 Relay

Relay adalah sakelar elektronik yang digerakan oleh medan magnet karena adanya arus Listrik. Relay terdiri dari tuas sakelar dengan lilitan kawat pada batang besi (Solenoid). Ketika solenoid dialiri arus listrik, maka akan ada medan magnet yang akan menarik tuas sehingga kontak sakelar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, medan magnet pada solenoid akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak sakelar Kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus atau tegangan yang besar (Husen, Zakaria (2022)).



Gambar 2.12 Modul Relay 5V 2-Channel Arduino

Relay memiliki 2 kondisi, yaitu ada satu kondisi NC (*Normally Closed*) dan satu kondisi lagi NO (*Normally Open*). Kondisi NC (*Normally Closed*) ialah kondisi dimana kontak pada kondisi awal sebelum di aktifkan berada dalam posisi tertutup. Sedangkan kondisi NO (*Normally Open*) ialah kondisi dimana kontak pada kondisi awal sebelum di aktifkan berada dalam posisi terbuka.



Gambar 2. 13 Struktur Sederhana Relay 5V 2-Channel Arduino

Relay pada robot berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh sinyal listrik untuk membuka atau menutup sirkuit, contohnya sebagai berikut:

1. Mengontrol Beban yang Lebih Besar: Relay dapat mengontrol perangkat yang membutuhkan arus atau tegangan lebih tinggi.
2. Isolasi Galvanik: melindungi komponen sensitif di sirkuit kontrol dari lonjakan tegangan atau gangguan listrik dari sirkuit daya.
3. Mengendalikan Perangkat AC: Relay memungkinkan robot untuk mengendalikan perangkat yang bekerja dengan arus AC.
4. Keselamatan dan Proteksi: Memutus aliran listrik ke bagian tertentu dari robot jika terjadi kondisi berbahaya, seperti kelebihan arus.

2.6.11 Motor DC

Motor DC merupakan sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatis menggunakan gaya elektrostatis. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik (Danang, Roshid (2012)).

Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC. Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.

Bagian utama dari motor dc terdiri dari stator (bagian yang tetap), rotor atau *armature* (bagian yang berputar), serta komutator dengan sikat (brushes). Stator menghasilkan medan magnet, biasanya menggunakan magnet permanen atau elektromagnet, sedangkan rotor adalah bagian yang mengandung kumparan berputar yang terhubung dengan komutator.



Gambar 2.14 Motor DC 12V RPM:210

Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan roto, terjadi interaksi elektromagnetik antara medan magnet stator dan medan magnet kumparan rotor. Interaksi ini menciptakan gaya putar yang menyebabkan robot berputar. Komutator dan sikat bertanggung jawab untuk membalikkan arah arus saat robot berputar, menjaga agar gerakan motor tetap stabil. Bagian-bagian yang penting dari motor DC:

- Badan Mesin.

Badan mesin ini berfungsi sebagai tempat mengalirnya fluks magnet yang dihasilkan kutub magnet, sehingga harus terbuat dari bahan ferromagnetic. 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 campuran baja.

- Inti kutub magnet dan belitan penguat magnet

Inti kutub magnet dan belitan penguat magnet ini berfungsi untuk mengalirkan arus listrik agar dapat terjadi proses elektromagnetik. Adapun aliran fluks magnet dari kutub utara melalui celah udara yang melewati badan mesin.

- Sikat-sikat

Sikat - sikat ini berfungsi sebagai jembatan bagi aliran arus jangkar dengan bebas, dan juga memegang peranan penting untuk terjadinya proses komutasi.

- 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.

- Jangkar

Jangkar dibuat dari bahan ferromagnetic dengan maksud agar kumparan jangkar terletak dalam daerah yang induksi magnetiknya besar, agar tegangan induksi yang dihasilkan dapat bertambah besar.

- Belitan jangkar

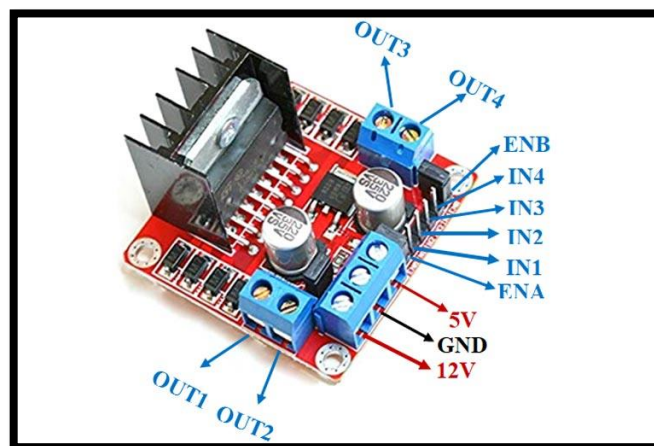
Belitan jangkar merupakan bagian yang terpenting pada mesin arus searah, berfungsi untuk tempat timbulnya tenaga putar motor.

Prinsip kerja pada Motor DC adalah jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor.

2.6.12 Driver Motor L298N

Driver motor adalah komponen elektronik yang di gunakan untuk mengendalikan motor listrik, terutama motor DC dan motor stepper. *Driver* motor L298 memiliki kemampuan untuk mengendalikan arus tinggi, dan bisa mengendalikan 2 buah motor dc secara independen atau satu motor stepper bipolar. *Driver* motor L298N merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper (Suputra, I Gede (2022)).

H-bridge adalah sirkuit yang memungkinkan arus mengalir dalam dua arah yang berlawanan, memungkinkan motor dc dapat berputar ke depan atau kebelakang. *Driver* motor ini memiliki sakelar atau transistor yang membentuk struktur H-bridge. Dengan mengatur status dari masing-masing sakelar, kita dapat mengontrol arah arus melalui motor dan dengan demikian mengendalikan arah putaran motor. Ketika sakelar bersebrangan di aktifkan, arus mengalir melalui motor dalam satu arah, dan ketika sakelar yang lain di aktifkan, arus mengalir ke arah yang berlawanan.



Gambar 2.15 *Driver* Motor L298N

Driver motor L298N memiliki beberapa fitur dan pin yang dapat digunakan untuk mengendalikan motor:

- **Input Pins:** Memiliki 4 buah pin *input*, pin *input* yang digunakan untuk mengendalikan sakelar pada H-bridge, pin ini menentukan arah putaran motor dc.
- **Enable Pin:** Enable pin di gunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan setiap H-bridge dan dapat digunakan juga sebagai kontrol kecepatan atau PWM.
- **Output Pins:** Memiliki 4 buah *output* pins sebagai pin penghubung antara motor dc dan *driver* motor.
- **Power Supply:** *Driver* motor ini memiliki pin *input* tegangan vcc 5v dan 12v serta pin ground.

Driver motor L298N memiliki spesifikasi umum terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Spesifikasi *Driver* Motor L298N

Parameter	Symbol	Nilai
Tegangan <i>supply</i>	V _s	50v
Tegangan <i>supply logic</i>	V _{ss}	7v
Tegangan <i>input & enable</i>	V _i , V _{en}	-0.3 sampai 7v
Arus <i>output</i> puncak (<i>non-reptitive, t=100us</i>)	I _o	3 A
Arus <i>output</i> puncak (<i>repetitive 80% on, -20%off, t_{on} = 10ms</i>)	I _o	2.5 A
Arus <i>output</i> puncak (DC Operation)	I _o	2 A
Tegangan sensing	V _{sens}	-1 sampai 2.3 v
Tegangan disipasi daya (T _{case} = 75°C)	P _{tot}	25 w
Suhu operasi (<i>Junction</i>)	T _{op}	-25 sampai 130°C
Suhu <i>stoage & junction</i>	T _{stg} , T _j	-40 sampai 150°C

2.6.13 Software Arduino IDE

Arduino IDE adalah software yang sangat canggih yang ditulis dengan menggunakan Java. Arduino IDE terdiri dari:

- Editor program, yaitu sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam Bahasa C/C++.

- Compiler, yaitu sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner.
- Uploader, yaitu sebuah modul yang memuat kode biner dari computer kedalam memory didalam papan Arduino. (Arrofiq, Muhammad (2022)).



Gambar 2.16 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengunggah, dan memonitor kode yang dijalankan pada papan mikrokontroler Arduino. Dalam konteks pengaplikasian robot, Arduino IDE berfungsi sebagai alat utama untuk mengembangkan perangkat lunak yang mengendalikan berbagai aspek robot. Berikut adalah beberapa fungsi spesifik Arduino IDE dalam pengaplikasian robot:

- **Penulisan Kode:** Arduino IDE menyediakan editor teks yang digunakan untuk menulis kode dalam bahasa pemrograman C/C++. Kode ini berisi instruksi yang akan dijalankan oleh mikrokontroler pada robot.
- **Kompilasi dan Debugging:** Arduino IDE mengkompilasi kode yang ditulis menjadi format yang dapat dimengerti oleh mikrokontroler. Jika ada kesalahan dalam kode, IDE akan memberikan pesan kesalahan yang membantu pengguna memperbaiki masalah tersebut.
- **Unggah Kode ke Mikrokontroler:** Setelah kode berhasil dikompilasi, Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk mengunggah kode tersebut ke papan mikrokontroler Arduino melalui kabel USB. Ini adalah langkah kunci dalam mengimplementasikan logika kontrol robot ke perangkat keras.
- **Monitor Serial:** Arduino IDE memiliki fitur Serial Monitor yang memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi dengan robot melalui antarmuka serial. Ini berguna

untuk debugging dan mengamati data yang dikirim atau diterima oleh robot, seperti sensor readings atau status motor.

- **Pustaka dan Contoh Kode:** Arduino IDE menyediakan akses ke berbagai pustaka (libraries) yang memperluas fungsionalitas dasar mikrokontroler. Pustaka-pustaka ini mencakup berbagai sensor, motor, dan komponen lain yang sering digunakan dalam robotika. Contoh kode yang disertakan juga memudahkan pengguna memulai proyek mereka.

- **Integrasi dengan Hardware:** Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk mengontrol berbagai komponen hardware yang biasa digunakan dalam robotika, seperti motor DC, servo motor, sensor jarak, dan modul komunikasi (seperti Bluetooth atau Wi-Fi).

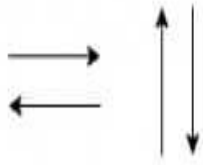
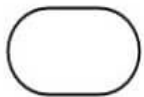


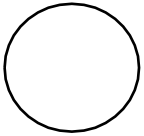
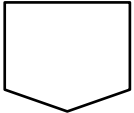

- **Komunitas dan Dukungan:** Arduino IDE adalah platform open-source dengan komunitas yang besar dan aktif. Ini berarti pengguna dapat dengan mudah menemukan tutorial, forum, dan dokumentasi yang dapat membantu dalam mengembangkan proyek robotika mereka.






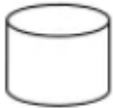

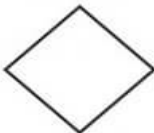
Dengan menggunakan Arduino IDE, pengguna dapat dengan mudah menulis dan mengunggah program yang mengendalikan robot mereka, mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator, serta melakukan debugging dan pemantauan kinerja robot secara real-time. Hal ini membuat Arduino IDE menjadi alat yang sangat berguna dalam pengembangan proyek robotika, baik untuk pemula maupun profesional.

2.6.14 Flowchart

Flowchart (Diagram Air) atau disebut Flowchart merupakan bagan (Chart) yang mengarahkan alir (flow) didalam prosedur atau program sistem secara logika. Flowchart adalah cara untuk menjelaskan tahap-tahap pemecahan masalah dengan mempresentasikan symbol-simbol tertentu yang mudah dipahami, mudah digunakan dan standar. Tujuan penggunaan flowchart adalah untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai dan rapi dengan menggunakan symbol-simbol (Syamsiah, (2019)).

Tabel 2.3 Flowchart

No.	Simbol	Keterangan
1.	Flow Direction 	Untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain atau menyatakan jalannya arus dalam suatu proses.
2.	Terminal 	Simbol ini digunakan untuk menunjukkan awal kegiatan (start) atau akhir dari suatu kegiatan (stop).
3.	Input dan Output 	Untuk menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya.
4.	Proses 	Untuk menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer atau PC.
5.	Connector 	Simbol suatu keluaran atau masukan prosedur atau proses dalam lembar atau halaman yang sama.
6.	Offline Connector 	Simbol untuk keluaran atau masukan prosedur atau proses dalam lembar atau halaman yang berbeda.
7.	Document 	Untuk menyatakan input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau output dicetak ke kertas.

8.	<p>Manual Input</p> 	Berfungsi untuk pemasukan data secara manual on-line keyboard.
9.	<p>Preparation</p> 	Berfungsi untuk mempersiapkan penyimpanan yang sedang/ akan digunakan sebagai tempat pengolahan didalam storage.
10.	<p>Manual Operation</p> 	Berfungsi untuk menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer atau PC.
11.	<p>Multiple Document</p> 	Sama seperti symbol document, hanya saja dokumen yang digunakan lebih dari satu dalam simbol ini.
12.	<p>Disk Storage</p> 	Untuk menyatakan input yang berasal daridisk atau disimpan ke disk.
13.	<p>Magnetic Disk</p> 	Untuk input atau output yang menggunakan disk magnetic.
14.	<p>Predefined</p> 	Untuk pelaksanaan suatu bagian (subprogram) / prosedur.
15.	<p>Decision</p> 	Menunjukkan suatu perbandingan yang harus dibuat bila hasilnya “ya”, maka alir data menunjukkan ke suatu tempat, bila “tidak” maka akan menuju ke tempat lain.