

BAB I

Pengenalan Mekatronika

POKOK BAHASAN:

Pendahuluan

- A. Pengertian Mekatronika**
- B. Aplikasi-Aplikasi Mekatronika**

TUJUAN BELAJAR:

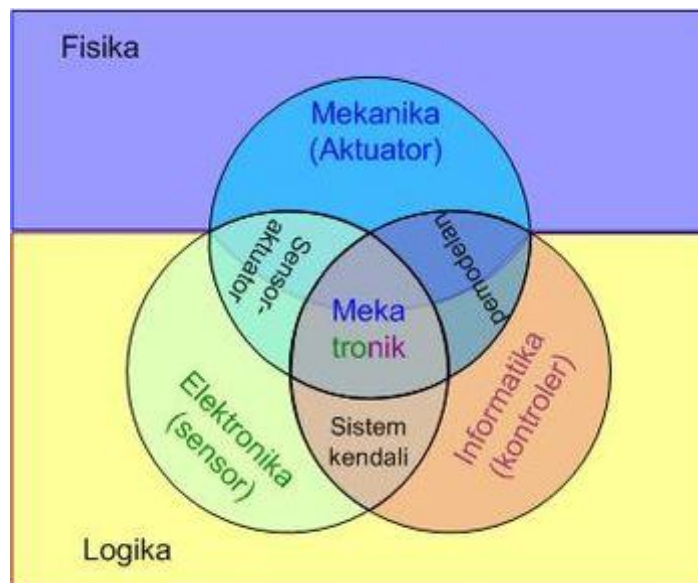
Setelah mempelajari materi dalam bab ini, mahasiswa diharapkan mampu: Memahami tentang Mekatronika dan dapat menjelaskan contoh-contoh aplikasi yang termasuk mekatronika.

Pendahuluan

Mekatronika adalah kata baru yang lahir di Jepang pada awal tahun 1970an yang merupakan gabungan antara 2 kata yaitu mechanics dan electronics. Sekarang ini sering terlihat barang barang mekatronik seperti robot, mesin bubut NC, kamera digital, printer dan lain sebagainya. Persamaan dari barang-barang mekatronik ini adalah objek yang dikendalikan adalah gerakan mesin. Jika dibandingkan dengan gerakan mesin konvensional maka gerakan mesin tersebut lebih bersifat fleksibel dan lebih memiliki kecerdasan. Hal ini dimungkinkan karena memanfaatkan kemajuan iptek micro-electronics. Artinya dengan bantuan micro-electronics mesin dapat bergerak dengan lebih cerdas. Jika seseorang memberikan sebuah perintah, lalu semua dapat dipasrahkan ke mesin yang dapat bergerak secara otomatis. Ini sangat membantu menciptakan mesin atau alat yang praktis dan mudah digunakan. Sehingga sumber daya manusia seperti waktu dan otak dapat dipakai untuk pekerjaan yang lain, sehingga dapat menciptakan nilai tambah. Pada awalnya mekatronik diarahkan pada 3 target yaitu: penghematan energi (energi saving), pengecilan dimensi dan peringan berat dan peningkatan kehandalan (reliability). Sekarang, setelah 30 tahun lebih berlalu dari kelahirannya, perlu dirumuskan kembali arah mekatronik sesuai dengan perkembangan jaman. Dan khususnya untuk Indonesia sebagai negara yang masih berkembang dengan segudang permasalahannya, rasanya arah mekatronik perlu ditentukan agar dapat membantu memecahkan masalah-masalah yang ada dengan tetap memperhatikan lingkungan regional dan global.

A Pengertian Mekatronika

Mekatronika adalah teknologi atau rekayasa yang menggabungkan teknologi tentang mesin, elektronika, dan informatika untuk merancang, memproduksi, mengoperasikan dan memelihara sistem untuk mencapai tujuan yang diamanatkan. Seperti diketahui dari definisi mekatronika adalah gabungan disiplin teknik mesin, teknik elektro, teknik informatika, dan teknik kendali seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Disiplin ilmu penunjang mekatronika

Pada awalnya, secara khusus tidak ada disiplin mekatronika. Untuk menggabungkan beberapa disiplin iptek tersebut, mekatronika memerlukan teori kendali dan teori sistem. Secara sempit pengertian mekatronika mengarah pada teknologi kendali numerik yaitu teknologi mengendalikan mekanisme menggunakan aktuator untuk mencapai tujuan tertentu dengan memonitor informasi kondisi gerak mesin menggunakan sensor, dan memaui informasi tersebut ke dalam mikro-prosesor. Ini menumbangkan kemajuan yang spektakuler jika dibandingkan dengan kontrol otomatis menggunakan instrumen analog, karena dapat merubah skenario kontrol secara fleksibel dan dapat memiliki fungsi pengambilan keputusan tingkat tinggi. Contoh klasik barang mekatronik adalah lengan robot dan mesin bubut kontrol numerik. Barang-barang ini dapat melakukan pekerjaan-pekerjaan yang berbeda-beda dengan cara merubah program mereka sesuai

kondisi yang diminta, karena telah ditambahkan kemampuan kendali aktif yang canggih terhadap mekanisme yang telah ada.

1. Meningkatkan fleksibilitas

Manfaat terbesar yang dapat diperoleh dari penerapan mekatronik adalah meningkatkan fleksibilitas mesin dengan menambahkan fungsi-fungsi baru yang mayoritas merupakan kontribusi mikro-prosessor. Sebagai contoh, lengan robot industri dapat melakukan berbagai jenis pekerjaan dengan merubah program peranti lunak di mikro-processornya seperti halnya lengan manusia. Ini yang menjadi faktor utama dimungkinkannya proses produksi produk yang beraneka ragam tipenya dengan jumlah yang sedikit-sedikit.

2. Meningkatkan Keandalan

Pada mesin-mesin konvensional (manual) muncul berbagai masalah yang diakibatkan oleh berbagai jenis gesekan pada mekanisme yang digunakan seperti: keausan, masalah sentuhan, getaran dan kebisingan. Pada penggunaan mesin mesin tersebut diperlukan sarana dan operator yang jumlahnya banyak untuk mencegah timbulnya masalah-masalah tersebut. Dengan menerapkan switch semikonduktor misalnya, maka masalah-masalah akibat sentuhan tersebut dapat diminimalkan sehingga meningkatkan keandalan. Selain itu dengan menggunakan komponen-komponen mesin sebagai pengendali gerak, tingkat presisi dan kecepatan telah mencapai garis saturasi yang sulit untuk diangkat lagi. Dengan menerapkan kendali digital dan teknologi elektronika maka tingkat presisi mesin dan kecepatan gerak mesin dapat diangkat lebih tinggi lagi sampai batas tertentu. Batas ini misalnya adalah rigiditas mesin yang menghalangi kecepatan lebih tinggi karena munculnya getaran. Hal ini melahirkan tantangan baru yaitu menciptakan sistem mesin yang memiliki rigiditas mesin yang menghalangi kecepatan lebih tinggi karena munculnya getaran. Hal ini melahirkan tantangan baru yaitu menciptakan sistem mesin yang memiliki rigiditas lebih tinggi. Struktur mekatronika dapat dipilah menjadi 2 buah dunia yaitu dunia mekanika dan dunia elektronika.

Di dunia mekanika terdapat mekanisme mesin sebagai objek yang dikendalikan. dunia elektronika terdapat beberapa elemen mekatronika yaitu : sensor, kontroler, rangkaian

pengerak aktuator dan sumber energi. Elemen-elemen mekatronika dapat dijejalkan sebagai berikut:

- **Mekanisme mesin.** Ini adalah objek kendali yang bisa berupa lengan robot, mekanisme penggerak otomotif, generator pembangkit listrik dan lain sebagainya.
- **Sensor.** Ini adalah elemen yang bertugas memonitor keadaan objek yang dikendali. Sensor ini dilengkapi dengan rangkaian pengkondisi sinyal berfungsi memproses sinyal listrik menjadi sinyal yang mengandung informasi yang bisa dimanfaatkan.
- **Kontroler.** Ini adalah elemen yang mengambil keputusan apakah keadaan objek kendali telah sesuai dengan nilai referensi yang diinginkan, dan kemudian memproses informasi untuk menetapkan nilai komando guna merevisi keadaan objek kendali.
- **Rangkaian.** Ini adalah elemen yang berfungsi menerima sinyal komando dari kontroler dan mengkonversinya menjadi energi yang mampu menggerakkan aktuator untuk melaksanakan komando dari kontroler. Elemen ini selain menerima informasi dari kontroler juga menerima catu daya berenergi tinggi.
- **Aktuator.** Ini adalah elemen yang berfungsi mengkonversi energi dari energi listrik ke energi mekanik. Bentuk konkret aktuator ini misalnya: motor listrik, tabung hidrolik, tabung pneumatik. Dan lain sebagainya.
- **Sumber energi.** Ini adalah elemen yang mencatu energi listrik ke semua elemen yang membutuhkannya. Salah satu bentuk konkret sumber energi adalah baterai untuk sistem berpindah tempat, atau adaptor AC-DC untuk sistem yang stasionari (tetap di tempat).
- **Struktur mekatronik** yang digambarkan disini dari segi teori kendali disebut sistem umpan balik (closed loop). Sistem umpan balik ini merupakan makhluk

hidup, dimana dalam melakukan kegiatan selalu merevisi tindakannya berdasarkan informasi umpan balik yang dikirim oleh indra ke otak. Dengan demikian mekatronik adalah merealisasikan sistem mekanik yang mampu melakukan pekerjaan seperti halnya seorang manusia yang memiliki kondisi yang sempurna.

Batas formal antara berbagai disiplin ilmu rekayasa (engineering) saat ini semakin kabur seiring dengan perkembangan teknologi IC (Integrated Circuit = rangkaian elektronika terpadu) dan komputer. Hal ini terutama terlihat jelas pada bidang mekanik dan elektronik yaitu semakin banyak produk yang merupakan integrasi dari kedua bidang tersebut, sehingga berkembang suatu bidang yang disebut mekatronika, yang merupakan perluasan cakupan dari bidang elektromekanik.

Beberapa definisi dari yang diambil dari berbagai sumber diantaranya: “Integration of microprocessor control system, electrical systems and mechanical system” (Bolton, Mechatronics). The synergistic combination of precision mechanical engineering, electronic control and systems thinking in the design of products and manufacturing processes”(Journal of Mechatronics). “The synergistic use of precision engineering, control and processes (ME Magazine). “The interdisciplinary field of engineering dealing with the design of products whose function relies on the synergistic integration of mechanical and electronic components coordinated by control architecture. “(Aniciatore, D.G. and Hirst, M.B.) Dari berbagai pengertian diatas maka dicoba disusun pengertian dari mekatronika yaitu integrasi dari sistem mekanik dan elektronik yang dikendalikan dengan komputer dan dimanfaatkan pada produk maupun proses produksi. Saat ini mekatronika sudah dianggap sebagai bidang tersendiri, meskipun tidak terlepas hubungannya dengan bidang lainnya.

B Aplikasi Aplikasi Mekatronika

Saat ini pengendalian sistem mekanik hampir seluruhnya dilakukan menggunakan sistem kendali elektronik dan sebagian besar diantaranya menggunakan komputer. Contohnya adalah mesin mobil. Dahulu sistem pembakaran yang terjadi pada silinder dikendalikan sepenuhnya secara mekanis. Banyak bahan bakar dan udara diatur langsung dari pedal lewat perantara kabel dengan perbandingan yang telah disetel

sebelumnya. Katup terbuka dan tertutup diatur secara mekanik menggunakan camshaft tergantung posisi piston. Saat ini banyak sekali sensor yang terlibat pada sistem pembakaran mobil yaitu di antaranya sensor kecepatan dan posisi poros engkol, sensor temperatur udara dan bahan bakar, dan sensor pada pedal gas. Semua informasi dari sensor tersebut diolah oleh sistem pengendali berupa komputer yang disebut Engine Control Unit untuk digunakan mengatur waktu dan besarnya bukaan katup serta perbandingan bahan bakar-udara yang dapat disesuaikan dengan kondisi mesin ataupun pengendara. Pada mobil juga terdapat berbagai sistem lain yang saat ini menerapkan sistem mekatronika, yaitu sistem transmisi otomatis, sistem suspensi aktif, sistem anti-lock braking system (ABS), sistem pengkondisi udar, serta display kecepatan, putaran mesin dan level bahan bakar. Selain kendaraan bermotor, mekatronika juga diterapkan pada berbagai hal antara lain :

- a. Perancang sensor/transduser
- b. Peralatan rumah tangga dan perkantoran : mesin cuci, mesin isap debu, timbangan digital, microwave, remote control, pembuat kopi, sistem HVAC, kamera, mesin foto kopi dan masih banyak lagi
- c. Berbagai peranti pada komputer : mouse, printer. Disk drive, CD ROM drive, keyboard.
- d. Dunia penerbangan : pengendalian pesawat terbang secara Fly By Wire (FBW)
- e. Peralatan medis dan laboratorium
- f. Bidang Industri : monitoring dan kendali berbagai peralatan industri
- g. Bidang robotika

Komponen utama pada suatu sistem mekatronika adalah sensor, aktuator, dan kontroler. Sensor digunakan untuk mendeteksi variabel pada sistem. Aktuator berfungsi untuk memberikan aksi pada sistem yang dikendalikan.

Soal:

1. Jelaskan apa saja disiplin ilmu yang terkait dengan mekatronika
2. Jelaskan divais/perangkat apa saja yang diperlukan untuk membangun sebuah sistem mekatronika
3. Berikan masing setidaknya 3 contoh peralatan mekatronika keperluan rumah tangga dan keperluan industry.

Pembahasan:

1. Sebagai divais mekaniknya terkait dengan ilmu Mekanika; sebagai perangkat penggerak dan pengandali terkait dengan ilmu kelistrikan dan elektronika; dan sebagai software kendali otomatis terkait dengan ilmu informatika.
2. Mekanik, motor penggerak, divais elektronika dan pemrograman.
3. Peralatan rumah tangga; mesin cuci, vacuum cleaner, microwave, remote control. Peralatan Industri; Crane, eskapator, welding robot.

BAB II

Komponen Elektronika



POKOK BAHASAN:

- A. Resistor
- B. Transformator
- C. Dioda
- D. Transistor
- E. SCR
- F. Relay
- G. Diver Mekatronika

TUJUAN BELAJAR:

Setelah mempelajari materi dalam Bab ini, mahasiswa diharapkan mampu: Memahami tentang komponen elektronika dan dapat menjelaskan penggunaannya sebagai penunjang peralatan mekatronika.

A. Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).

Berbagai macam resistor di buat dari bahan yang berbeda dengan sifat-sifat yang berbeda. Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar dayanya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar $W=I^2R$ watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut. Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt

umumnya berbentuk kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder.

Berdasarkan jenis dan bahan yang digunakan untuk membuat resistor dibedakan menjadi resistor kawat, resistor arang dan resistor oksida logam. Sedangkan resistor arang dan resistor oksida logam berdasarkan susunan yang dikenal resistor komposisi dan resistor film. Namun demikian dalam perdagangan resistor-resistor tersebut dibedakan menjadi resistor tetap (fixed resistor) dan resistor variabel. Penggunaan untuk daya rendah yang paling utama adalah jenis tahanan tetap yaitu tahanan campuran karbon yang dicetak. Ukuran relatif semua tahanan tetap dan tidak tetap berubah terhadap rating daya (jumlah watt), penambahan ukuran untuk meningkatkan rating daya agar dapat mempertahankan arus dan rugi lesapan daya yang lebih besar. Tahanan yang berubah-ubah, seperti yang tercantum dari namanya, memiliki sebuah terminal tahanan yang dapat diubah harganya dengan memutar dial, knob, ulir atau apa saja yang sesuai untuk suatu aplikasi. Mereka bisa memiliki dua atau tiga terminal, akan tetapi kebanyakan memiliki tiga terminal. Jika dua atau tiga terminal digunakan untuk mengendalikan besar tegangan, maka biasanya di sebut potensiometer. Meskipun sebenarnya piranti tiga terminal tersebut dapat digunakan sebagai rheostat atau potensiometer, tergantung pada bagaimana dihubungkan.

Macam-macam resistor tetap:

- a. Metal Film Resistor
- b. Metal Oxide Resistor
- c. Carbon Film Resistor
- d. Ceramic Encased Wirewound

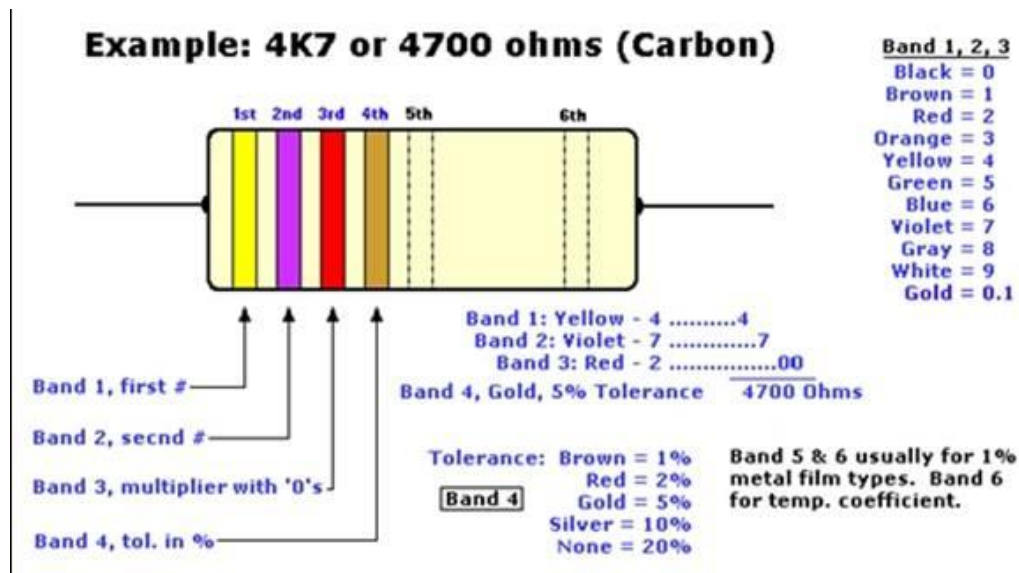
Macam-macam resistor variabel:

- a. Potensiometer:
 - a. 1. Linier
 - a. 2. Logaritmis
- b. Trimer-Potensiometer
- c. Thermistor:
 - c. 1. NTC (Negative Temperature Coefisient)
 - c. 2. PTC (Positive Temperature Coefisient)
- d. DR

e. Vdr

Kode Warna Dan Huruf Pada Resistor

Tidak semua nilai resistansi sebuah resistor dicantumkan dengan lambang bilangan melainkan dengan cincin kode warna. Banyaknya cincin kode warna pada setiap resistor berjumlah 4 dan ada juga yang berjumlah 5. Resistansi yang mempunyai 5 cincin terdiri dari cincin 1, 2 dan 3 adalah cincin digit, cincin 4 sebagai pengali serta cincin 5 adalah toleransi. Resistansi yang mempunyai 4 cincin terdiri dari cincin 1, 2 adalah sebagai digit, cincin 3 adalah cincin pengali dan cincin 4 sebagai toleransi.

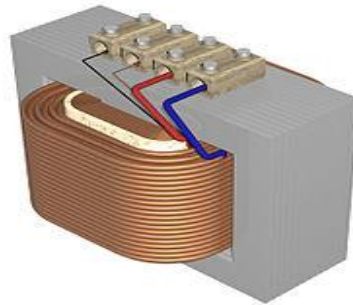


Kode Huruf

- 1) Huruf I menyatakan nilai resistor dan tanda koma desimal. Jika huruf I adalah : R artinya $\times 1$ (kali satu) ohm K artinya $\times 10^3$ (kali 1000) ohm M artinya $\times 10^6$ (kali 1000000) ohm
- 2) Huruf II menyatakan toleransi Jika huruf II adalah : J artinya toleransi $\pm 5\%$ K artinya toleransi $\pm 10\%$ M artinya toleransi $\pm 20\%$

B. Transformator

Transformator atau transformer atau trafo adalah komponen [elektromagnet](#) yang dapat mengubah taraf suatu tegangan [AC](#) ke taraf yang lain.



Gambar 2.51 Transformator step-down



Gambar 2.52 Adaptor AC-DC merupakan piranti yang menggunakan transformator step-down

Transformator bekerja berdasarkan prinsip [induksi elektromagnetik](#). Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan [fluks magnet](#) yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. [Fluks](#) bolak-balik ini menginduksikan [GGL](#) dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

Kerugian-kerugian yang terdapat dalam transformator:

1. *kerugian tembaga*. Kerugian $I^2 R_d$ dalam lilitan [tembaga](#) yang disebabkan oleh [resistansi](#) tembaga dan [arus listrik](#) yang mengalirinya.
2. *Kerugian kopling*. Kerugian yang terjadi karena kopling primer-sekunder tidak sempurna, sehingga tidak semua fluks magnet yang diinduksikan primer memotong lilitan sekunder. Kerugian ini dapat dikurangi dengan menggulung lilitan secara berlapis-lapis antara primer dan sekunder.
3. *Kerugian kapasitas liar*. Kerugian yang disebabkan oleh kapasitas liar yang terdapat pada lilitan-lilitan transformator. Kerugian ini sangat memengaruhi efisiensi transformator untuk frekuensi tinggi. Kerugian ini dapat dikurangi

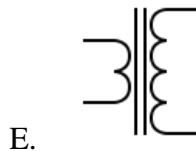
dengan menggulung lilitan primer dan sekunder secara semi-acak (bank winding)

4. *Kerugian [histeresis](#)*. Kerugian yang terjadi ketika arus primer AC berbalik arah. Disebabkan karena inti transformator tidak dapat mengubah arah fluks magnetnya dengan seketika. Kerugian ini dapat dikurangi dengan menggunakan material inti [reluktansi](#) rendah.
5. *Kerugian efek kulit*. Sebagaimana konduktor lain yang dialiri arus bolak-balik, arus cenderung untuk mengalir pada permukaan konduktor. Hal ini memperbesar kerugian kapasitas dan juga menambah resistansi relatif lilitan. Kerugian ini dapat dikurang dengan menggunakan kawat Litz, yaitu kawat yang terdiri dari beberapa kawat kecil yang saling terisolasi. Untuk frekuensi radio digunakan kawat geronggong atau lembaran tipis tembaga sebagai ganti kawat biasa.
6. *Kerugian [arus eddy](#) (arus olak)*. Kerugian yang disebabkan oleh [GGL](#) masukan yang menimbulkan arus dalam inti magnet yang melawan perubahan fluks magnet yang membangkitkan GGL. Karena adanya fluks magnet yang berubah-ubah, terjadi olakan fluks magnet pada material inti. Kerugian ini berkurang kalau digunakan inti berlapis-lapisan.

C. Jenis-jenis transformator:

D. 1 Step-Up

Transformator step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.



Gambar 2.55 Rangkaian Transformator Step-Up

F. 2 Step-Down

Transformator step-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.



Gambar 2.56 Rangkaian Transformator Step-Down

H. 3 Autotransformator

Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Dalam transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder. Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa. Keuntungan dari autotransformator adalah ukuran fisiknya yang kecil dan kerugian yang lebih rendah daripada jenis dua lilitan. Tetapi transformator jenis ini tidak dapat memberikan isolasi secara listrik antara lilitan primer dengan lilitan sekunder.

Selain itu, autotransformator tidak dapat digunakan sebagai penaik tegangan lebih dari beberapa kali lipat (biasanya tidak lebih dari 1,5 kali).

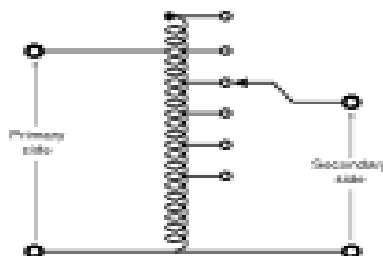


J. Gambar 2.57 Rangkaian Autotransformator

K.

L. 4 Autotransformator variable

Autotransformator variabel sebenarnya adalah autotransformator biasa yang sadapan tengahnya bisa diubah-ubah, memberikan perbandingan lilitan primer-sekunder yang berubah-ubah.



M. Gambar 2.58 Autotransformator variabel

N.

O. 5 Transformator isolasi

Transformator isolasi memiliki lilitan sekunder yang berjumlah sama dengan lilitan primer, sehingga tegangan sekunder sama dengan tegangan primer. Tetapi pada beberapa desain, gulungan sekunder dibuat sedikit lebih banyak untuk mengkompensasi kerugian. Transformator seperti ini berfungsi sebagai isolasi antara dua kalang. Untuk penerapan audio, transformator jenis ini telah banyak digantikan oleh kopling kapasitor.
P.

Q. 6 Transformator pulsa

Transformator pulsa adalah transformator yang didesain khusus untuk memberikan keluaran gelombang pulsa. Transformator jenis ini menggunakan material inti yang cepat jenuh sehingga setelah arus primer mencapai titik tertentu, fluks magnet berhenti berubah. Karena GGL induksi pada lilitan sekunder hanya terbentuk jika terjadi perubahan fluks magnet, transformator hanya memberikan keluaran saat inti tidak jenuh, yaitu saat arus pada lilitan primer berbalik arah.

R. 7 Transformator tiga fasa

Transformator tiga fasa sebenarnya adalah tiga transformator yang dihubungkan secara khusus satu sama lain. Lilitan primer biasanya dihubungkan secara bintang (Y) dan lilitan sekunder dihubungkan secara delta (Δ).

S. Dioda

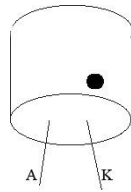
Dioda adalah komponen semikonduktor yang paling sederhana dalam komponen dasar elektronika, piranti ini memiliki 2 terminal dan terbuat dari dua jenis sambungan semikonduktor tipe P dan tipe N. Bahan tipe P menjadi sisi anoda, sedangkan bahan tipe N menjadi sisi katoda.

Banyak sekali penggunaan diode dan secara umum diode dapat digunakan antara lain untuk pengaman, penyearah, Voltage Regulator, Modulator, Pengendali Frekuensi, Indikator, Switch.



Gambar 2.5 simbol Dioda

Cara untuk menentukan nama kaki- kaki suatu diode adalah dengan memperhatikan bahwa kaki yang dekat dengan tanda titik merupakan sisi katoda, sedangkan yang lainnya adalah anoda.



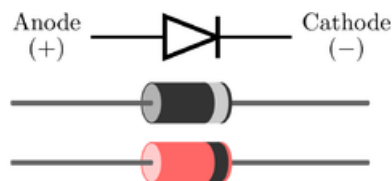
Gambar2.6 Dioda dengan titik

Cincin/ gelang terletak pada ujung bodi diode. Kaki yang dekat dengan cincin merupakan katoda, dan yang lainnya adalah anoda.



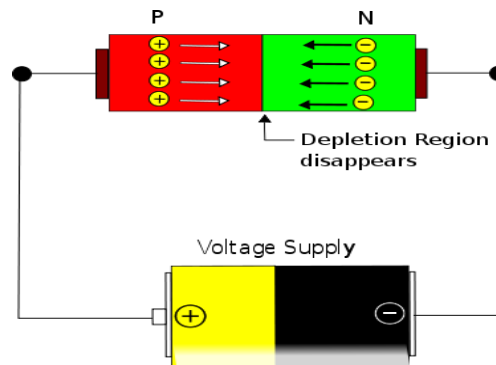
Gambar2.7 Dioda dengan cincin

Pita- pita yang terpasang pada diode mempunyai lebar yang berbeda antara sisi satu dengan yang lainnya. Untuk menentukan kai- kakinya cukup melihat pita yang paling lebar, yang paling dekat dengan pita tersebut adalah katoda dan yang lainnya adalah anoda.



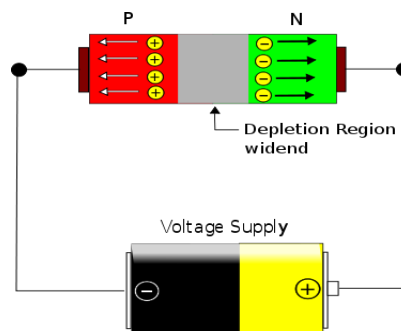
Gambar 2.8 diode dengan pita berwarna

Dioda bias maju jika potensial positif sumber dihubungkan dengan positif diode (anoda), sedangkan potensial negative sumber dihubungkan dengan diode negative (katoda). Pada Forward Bias, perbedaan voltage antara katoda dan anoda disebut threshold voltage atau knee voltage. Pada saat knee voltage arusnya mulai bertambah cepat.



Gambar 2.9 proses Forward Bias

Dioda bias mundur jika potensial positif sumber dihubungkan dengan negative diode (katoda), sedangkan negative sumber dihubungkan dengan positif diode (anoda). Bila diode diberi reverse bias (beda voltage-nya tergantung dari tegangan catu) tegangan tersebut disebut tegangan terbalik. Tegangan ini tidak boleh melampaui harga tertentu, harga yang telah ditentukan ini disebut (breakdown voltage)



Gambar2.10 proses reverse bias

Dioda hanya bias dialiri arus DC searah saja, pada arah sebaliknya arus DC tidak akan mengalir. Apabila diode silicon dialiri arus AC (arus listrik dari PLN), maka yang mengalir hanya satu arah saja sehingga arus output diode berupa arus DC.

Dioda dinyatakan dalam ukuran menurut kemampuan kuat arus yang mampu dilewatkan. Ukuran arus tersebut merupakan nilai maksimal yang tidak boleh dilampaui, jika dilampaui maka diode akan rusak. Khusus bagi diode dengan kemampuan arus besar harus dilengkapi dengan plat pendingin, disamping harus diperhatikan pula batas tegangan kerja dan frekuensinya.

Macam- macam Dioda

1. Dioda Zener

Dioda Zener adalah suatu diode yang mempunyai sifat bahwa tegangan terbaliknya sangat stabil, tegangan ini dinamakan tegangan Zener. Dioda Zener dibuat agar arus dapat mengalir ke arah yang berlawanan jika tegangan yang diberikan melampaui tegangan Breakdown.

Di atas tegangan zener, diode ini akan menghantarkan arus listrik ke dua arah. Dioda ini biasanya digunakan sebagai Voltage Stabilizer.

Ciri- ciri Dioda Zener:

Terbuat dari silicon

Kemampuan daya berkisar antara 400 mWatt – 50 Watt

Merupakan diode yang didoping khusus



Gambar 2.11 diode zener



Gambar 2.12 Symbol untuk diode zener

2. LED (Light Emitting Diode)

LED adalah komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED dapat mengeluarkan cahaya bila diberikan Forward Bias. Dioda jenis ini banyak digunakan sebagai indicator dan display.

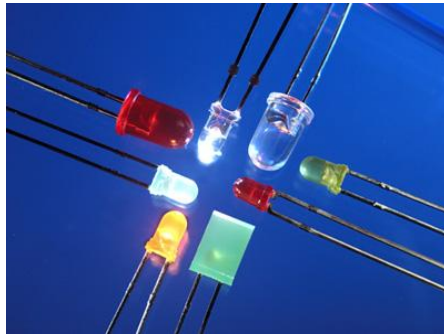
Bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan LED adalah Galium Arsenida (GaAs), yang dapat memancarkan cahaya dengan warna yang bermacam- macam.

Standar arus maju LED adalah 20 mA, oleh karena itu dalam penggunaan LED biasanya dihubungkan secara seri dengan hambatan (Resistor).

Ciri- ciri LED:

- Terbuat dari bahan semikonduktor campuran : Galium, Phospor, Indium
- Dapat memancarkan cahaya jika dikenai tegangan listrik
- Tegangan kerja berkisar antara 1,4 V – 3 V

- Memerlukan arus antara 30 mA – 100 mA
- Intensitas cahaya berbanding langsung dengan arus maju yang mengalir



Gambar 2.13 LED

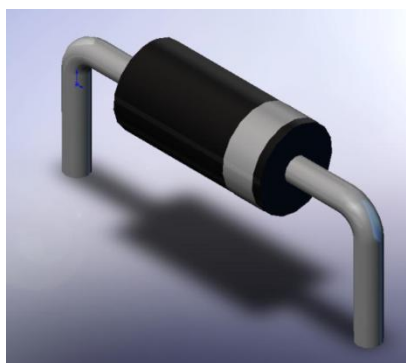


Gambar 2.14 symbol untuk LED

3. Dioda Penyearah (Rectifier)

Ciri- ciri Dioda Penyearah:

- Mengubah arus bolak- balik (AC) menjadi arus searah (DC)
- Terbuat dari Silicon
- Digunakan pada Power Supply / adaptor
- Tegangan kerjanya antara 25V – 50V dengan kemampuan arus antara 0,25A – 1A



Gambar 2.15 Dioda Penyearah

4. Dioda Detektor

Ciri- Ciri Dioda Detektor diantaranya adalah:

- Terbuat dari Germanium
- Mendeteksi sinyal- sinyal kecil pada pesawat penerima radio

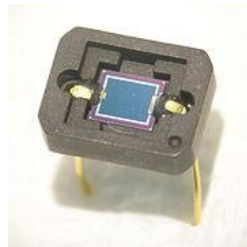
- Terdapat dalam berbagai tipe



Gambar 2.16 symbol untuk diode detektor

5. Dioda Foto

Dioda Foto adalah komponen elektronik yang hubungan P-N diodanya dibuat sensitive terhadap cahaya. Dioda ini mempunyai sifat yang berkebalikan dengan LED, yang akan menghasilkan arus listrik bila terkena cahaya. Besarnya arus listrik yang dihasilkan pun tergantung dari besarnya cahaya yang masuk



Gambar2.17 Dioda Foto



Gambar2.18 symbol untuk Dioda Foto

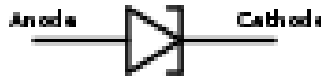
6. Dioda Bridge

Dioda Bridge merupakan diode yang digunakan untuk membuat penyearah pada Power Supply. Dioda ini termasuk yang banyak dijual di pasaran.

Dioda Bridge Tersusun atas diode silicon yang dirangkai menjadi suatu bridge dengan berbagai macam kapasitas. Ukuran diode bridge yang utama adalah Voltage dan Ampere maximumnya.



Gambar2.19 Dioda Bridge



Gambar2.20 symbol untuk Dioda Bridge

Macam- macam pengkodean diode

Ada tiga system pengkodean untuk diode, yaitu:

1. Sistem Amerika

Sistem pengkodean diode pada system ini yaitu dimana diode- diode ditandai dngan angka dan huruf 1N dan diikuti dengan nomer tipenya. Contoh 1N4001, dsb.

2. Sistem Jepang

Sistem ini hamper sama seperti system Amerika, tetapi disini ditandai dengan huruf 1S, dan diikuti dengan angka dan huruf lainnya.

3. Sistem Eropa

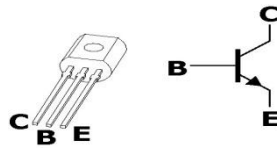
Sistem Eropa ini berbeda dengan dua system yang sebelumnya, disini terdiri dari dua atau tiga huruf dan diikuti dengan nomer seri, dimana huruf pertama menunjukkan bahan dasar dari diode tersebut. Contoh: A= Germanium, B= Silikon

Sedangkan huruf kedua menyatakan fungsinya, Contoh: A= Dioda Umum, Z= Dioda Zener, P= Dioda Cahaya, dsb.

T. Transistor

Transistor merupakan komponen aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor yang merupakan jenis bahan yang tidak sepenuhnya konduktor atau isolator, namun memiliki sifat keduanya, dan memegang peranan penting dalam suatu rangkaian elektronika. Pada umumnya transistor digunakan sebagai penguat (*amplifier*) dan transistor juga dapat berfungsi sebagai sakelar. Komponen ini boleh dikata termasuk komponen yang susunannya sederhana bila dibandingkan dengan Integrated Circuit.

Transistor berasal dari kata transfer resistor. Penamaan ini berdasarkan pada prinsip kerjanya yakni mentransfer atau memindahkan arus.



Gambar 2.42 Transistor

Prinsip Kerja Transistor

Menurut dari prinsip kerjanya transistor dibagi menjadi dua jenis yaitu; Transistor Bipolar (dwi kutub) dan Transistor Efek Medan (FET – *Field Effect Transistor*).

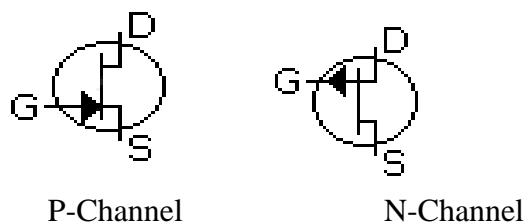
1. BJT



Gambar 2.43 Lambang rangkaian PNP dan NPN

BJT (Bipolar Junction Transistor) adalah salah satu dari dua jenis transistor. Cara kerja BJT dapat dibayangkan sebagai dua dioda yang terminal positif atau negatifnya berdempet, sehingga ada tiga terminal. Perubahan arus listrik dalam jumlah kecil pada terminal basis dapat menghasilkan perubahan arus listrik dalam jumlah besar pada terminal kolektor. Prinsip inilah yang mendasari penggunaan transistor sebagai penguat elektronik. Rasio antara arus pada kolektor dengan arus pada basis biasanya dilambangkan dengan β atau h_{FE} . β biasanya berkisar sekitar 100 untuk transistor-transistor BJT.

2. FET



Gambar 2.44 Lambang Channel FET, Kiri: P-Channel, Kanan: N-Channel

FET dibagi menjadi dua keluarga: Junction FET (JFET) dan Insulated Gate FET (IGFET) atau juga dikenal sebagai Metal Oxide Silicon (atau Semiconductor) FET

(MOSFET). Berbeda dengan IGFET, terminal gate dalam JFET membentuk sebuah dioda dengan kanal (materi semikonduktor antara Source dan Drain). Secara fungsinya, ini membuat N-channel JFET menjadi sebuah versi solid-state dari tabung vakum, yang juga membentuk sebuah dioda antara grid dan katode. Dan juga, keduanya (JFET dan tabung vakum) bekerja di "depletion mode", keduanya memiliki impedansi input tinggi, dan keduanya menghantarkan arus listrik dibawah kontrol tegangan input.

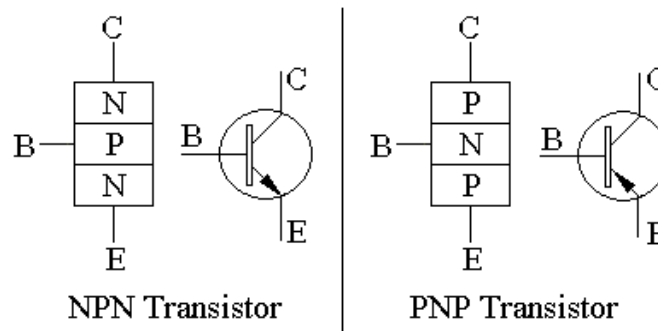
FET lebih jauh lagi dibagi menjadi tipe enhancement mode dan depletion mode. Mode menandakan polaritas dari tegangan gate dibandingkan dengan source saat FET menghantarkan listrik. Jika kita ambil N-channel FET sebagai contoh: dalam depletion mode, gate adalah negatif dibandingkan dengan source, sedangkan dalam enhancement mode, gate adalah positif. Untuk kedua mode, jika tegangan gate dibuat lebih positif, aliran arus di antara source dan drain akan meningkat. Untuk P-channel FET, polaritas-polaritas semua dibalik. Sebagian besar IGFET adalah tipe enhancement mode, dan hampir semua JFET adalah tipe depletion mode.



Gambar 2.45 Transistor yang dipandang sebagai gabungan dua diode

Pada prinsipnya, suatu transistor terdiri dari atas dua buah dioda yang disatukan. Transistor merupakan komponen elektronika dengan 3 elektrode / kaki, yakni: Basis (B), collector (C), dan Emitter(E). Tiga material yang umum digunakan sebagai bahan baku pembuat transistor adalah: Germanium (sudah jarangf digunakan), Silikon (banyak digunakan), dan Gallium. Agar transistor dapat bekerja, kepada kaki-kakinya harus diberikan tegangan, tegangan ini dinamakan *bias voltage*. Basis emitor diberikan *forward voltage*, sedangkan basis kolektor diberikan *reverse voltage*. Sifat transisitoradalah bahwa antara kolektor dan emitor akan ada arus (transistor akan menghantar) bila ada arus basis. Makin besar arus basis makin besar penghatarannya.

Suatu arus listrik yang kecil pada basis akan menimbulkan arus yang jauh yang lebih besar diantara kolektor dan emitornya, maka dari itu transistor digunakan untuk memperkuat arus.



Gambar 2.46 rangkaian Transistor

Terdapat dua jenis transistor ialah jenis NPN dan PNP. Pada transistor jenis NPN tegangan basis dan kolektornya positif terhadap emitor, sedangkan pada transistor PNP tegangan basis dan kolektornya negatif terhadap tegangan emitor.

Transistor dapat dipergunakan antara lain untuk:

1. Sebagai penguat arus, tegangan dan daya (AC dan DC)
2. Sebagai penyearah
3. Sebagai mixer
4. Sebagai osilator
5. Sebagai switch

Kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada transistor:

1. Adanya pemutusan hubungan dari rangkaian elektronik.
2. Terjadi konseleting / hubung singkat antar elektroda transistor.
3. Terjadi kebocoran diantara elektrode-elektrode transistor.

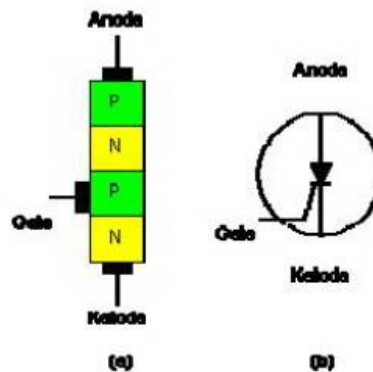
Penyebab terjadinya kerusakan pada sebuah transistor:

1. Penanganan yang tidak tepat saat pemasangan pada rangkaian.
2. Transistor terlalu panas karena suhunya melebihi batas maksimal kemampuannya.
Bagi transistor dari bahan Germanium, suhu maksimal $\pm 75^{\circ} \text{C}$ sedang transistor silikon suhu maksimal mencapai $\pm 150^{\circ} \text{C}$.
3. Kesalahan pengukuran.
4. Pemasangan yang salah pada rangkaian.

U. SCR

SCR dalam banyak literatur disebut Thyristor saja. Pada prinsipnya untuk membuat thyristor jenis SCR (Silicon Controlled Rectifier) menjadi ON adalah dengan

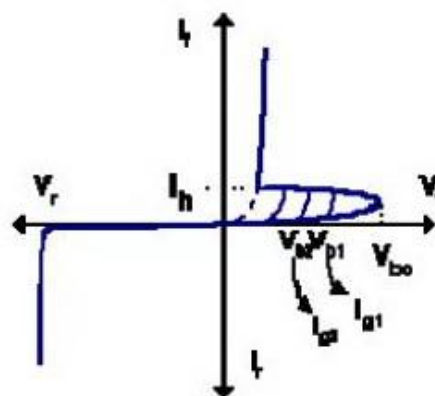
memberi arus trigger lapisan P yang dekat dengan katoda. Yaitu dengan membuat kaki gate pada thyristor PNP seperti pada gambar a dibawah.



V.

W. Struktur Dan Simbol SCR (Silicon Controlled Rectifier)

Karena gate SCR letaknya dekat dengan katoda, bisa juga pin gate ini disebut pin gate katoda (cathode gate). Beginilah SCR dibuat dan simbol SCR digambarkan seperti gambar b dibawah. Struktur Dan Simbol SCR (Silicon Controlled Rectifier) Melalui kaki (pin) gate tersebut memungkinkan komponen ini di trigger menjadi ON, yaitu dengan memberi arus gate. Ternyata dengan memberi arus gate I_g yang semakin besar dapat menurunkan tegangan breakover (V_{bo}) sebuah SCR. Dimana tegangan ini adalah tegangan minimum yang diperlukan SCR untuk menjadi ON. Sampai pada suatu besar arus gate tertentu, ternyata akan sangat mudah membuat SCR menjadi ON. Bahkan dengan tegangan forward yang kecil sekalipun. Misalnya 1 volt saja atau lebih kecil lagi. Kurva tegangan dan arus dari sebuah SCR adalah seperti yang ada pada gambar berikut ini.



X.

Kurva Karakteristik SCR (Silicon Controlled Rectifier)

Kurva Karakteristik SCR (Silicon Controlled Rectifier) Pada gambar tertera tegangan breakover V_{bo} , yang jika tegangan forward SCR mencapai titik ini, maka SCR akan

ON. Lebih penting lagi adalah arus I_g yang dapat menyebabkan tegangan V_{bo} turun menjadi lebih kecil. Pada gambar ditunjukkan beberapa arus I_g dan korelasinya terhadap tegangan breakover. Pada datasheet SCR, arus trigger gate ini sering ditulis dengan notasi IGT (gate trigger current). Pada gambar ada ditunjukkan juga arus I_h yaitu arus holding yang mempertahankan SCR tetap ON. Jadi agar SCR tetap ON maka arus forward dari anoda menuju katoda harus berada di atas parameter ini. Sejauh ini yang dikemukakan adalah bagaimana membuat SCR menjadi ON. Pada kenyataannya, sekali SCR mencapai keadaan ON maka selamanya akan ON, walaupun tegangan gate dilepas atau di short ke katoda. Satu-satunya cara untuk membuat SCR menjadi OFF adalah dengan membuat arus anoda-katoda turun dibawah arus I_h (holding current). Pada gambar kurva karakteristik SCR, jika arus forward berada dibawah titik I_h , maka SCR kembali pada keadaan OFF. Berapa besar arus holding ini, umumnya ada di dalam datasheet SCR. Cara membuat SCR menjadi OFF tersebut adalah sama saja dengan menurunkan tegangan anoda-katoda ke titik nol. Karena inilah SCR atau thyristor pada umumnya tidak cocok digunakan untuk aplikasi DC. Komponen ini lebih banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi tegangan AC, dimana SCR bisa OFF pada saat gelombang tegangan AC berada di titik nol. Contoh Rangkaian SCR (Silicon Controlled Rectifier) Ada satu parameter penting lain dari SCR, yaitu VGT. Parameter ini adalah tegangan trigger pada gate yang menyebabkan SCR ON. Kalau dilihat dari model thyristor pada gambar struktur thyristor dengan transistor pada artikel sebelumnya, tegangan ini adalah tegangan V_{be} pada transistor Q2. VGT seperti halnya V_{be} , besarnya kira-kira 0.7 volt. Seperti contoh rangkaian gambar diatas adalah sebuah SCR yang diketahui memiliki $IGT = 10 \text{ mA}$ dan $VGT = 0.7 \text{ volt}$. Maka dapat dihitung tegangan V_{in} yang diperlukan agar SCR ini ON adalah sebesar : $V_{in} = V_r + VGT$ $V_{in} = IGT(R) + VGT = 4.9 \text{ volt}$.

F. Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik.

Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya atau energi listrik.

Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman.

Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Common, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (dalam keadaan normal).
2. Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
3. Kontak, yang terdiri dari Normally Close dan Normally Open.

Penemu relay pertama kali adalah **Joseph Henry** pada tahun 1835. Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang diparalel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

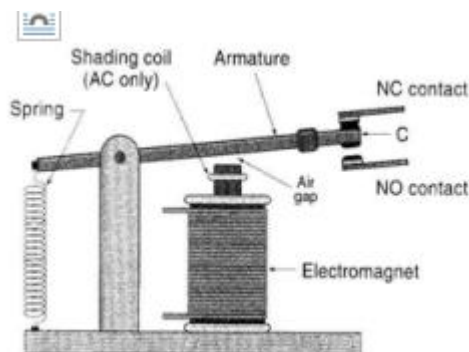
Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Relay jenis lain ada yang namanya reedswitch atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang on. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (off).



Bentuk fisik relay

Relay merupakan komponen listrik yang memiliki prinsip kerja magnet dengan induksi listrik. Relay terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut.

1. *Coil* atau Kumparan, merupakan gulungan kawat yang mendapat arus listrik. adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*.
2. *Contact* atau Penghubung, adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan close).



Konstruksi Relay

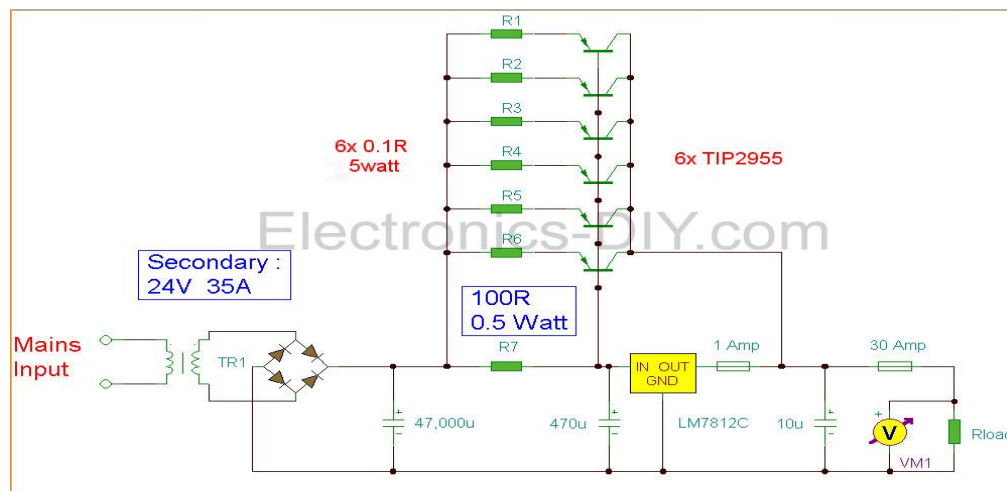
Cara kerja relay adalah sebagai berikut:

1. Saat Coil mendapatkan energi listrik (energized) akan menimbulkan gaya elektromagnetik
2. Gaya magnet yang ditimbulkan akan menarik plat/lengan kontak (armature) berpegas (bersifat berlawanan), sehingga menghubungkan 2 titik contact

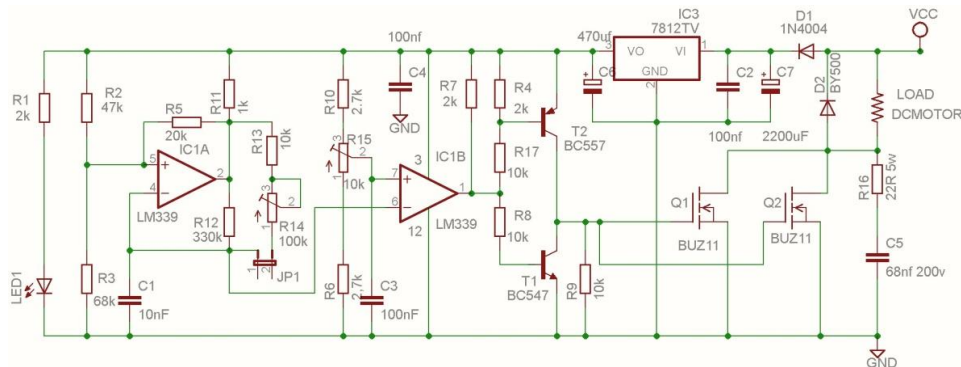
G. Driver Mekatronika

Rangkaian elektronika yang digunakan sebagai penggerak, pengendali dan pengolah sinyal sebuah perangkat mekatronika disebut sebagai driver seperti power suplay, pengendali dan pengolah sinyal.

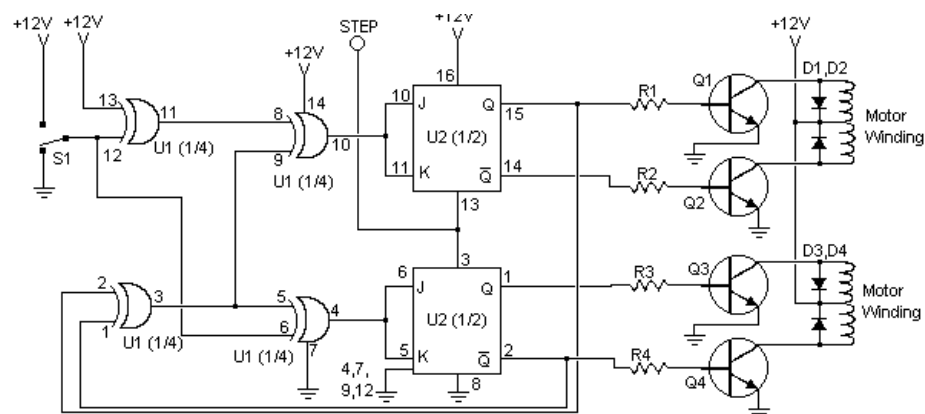
1. Power Supply



2. Driver Motor DC



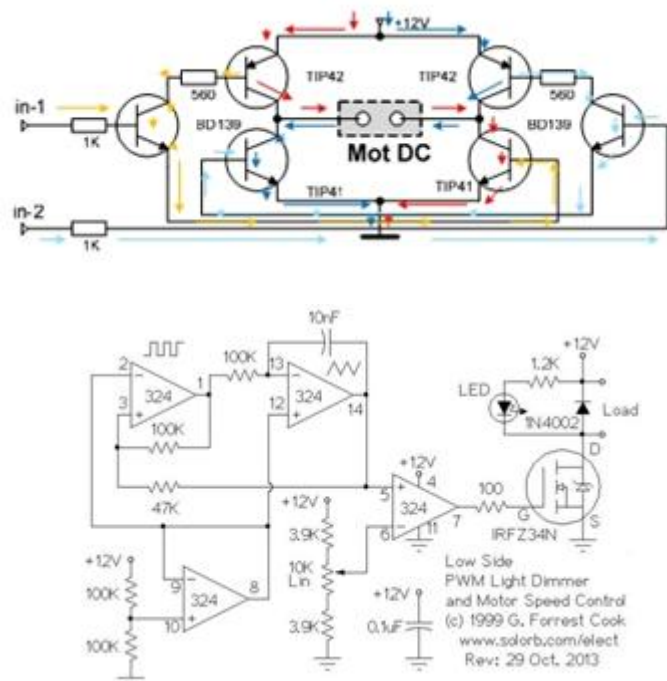
DC Motor Driver Circuits



Stepper motor driver circuits

3. Kendali Motor DC

Motor merupakan salah satu komponen elektronik yang sering ditemukan dalam bidang pengendalian. Macam-macam motor terbagi menjadi dua buah, yaitu motor DC dan Motor AC. Motor DC merupakan motor yang dioperasikan agar dapat berputar diberikan tegangan DC. Sedangkan motor AC merupakan motor yang dioperasikan agar dapat berputar diberikan tegangan AC. Pada awalnya motor hanya dapat dikendalikan nyala dan matinya saja, selanjutnya dalam perkembangannya pengendalian motor dilakukan mengacu pada kecepatan, kekuatan (torsi) serta posisi putaran. Pengendalian hidup dan matinya motor pada awalnya dapat diatur dengan menggunakan saklar mekanik. Perkembangan saat ini pengaturan nyala mati motor dengan metode saklar elektrik dengan menggunakan Transistor/FET sebagai saklar.



Soal:

4. Jelaskan Jenis-jenis Resistor beserta kegunaannya
5. Jelaskan kegunaan transformator pada sebuah sistem catu daya
6. Jelaskan apa yang dimaksud dengan driver pada mekatronika.

Pembahasan

1. Resistor tetap: Resistor variable- Potensiometer, NTC (Negative Temperature Coefficient), PTC (Positive Temperature Coefficient), VDR.
2. Sebagai Penurun tegangan AC 220 Volt ke tegangan AC sesuai dengan keperluan perangkat pengguna yang diinginkan.
3. Rangkaian elektronika yang digunakan sebagai penggerak, pengendali dan pengolah sinyal sebuah perangkat mekatronika disebut sebagai driver seperti power supply, pengendali dan pengolah sinyal

BAB III

Motor DC

POKO BAHASAN

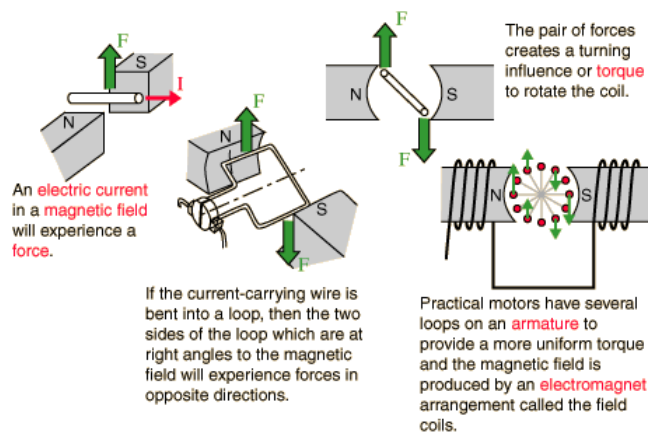
- A. Konsep Motor DC
- B. Jenis-jenis Motor DC
- C. Aplikasi Motor DC

TUJUAN BELAJAR:

Mampu menjelaskan konsep yang telah dipahami serta menerapkan prinsip-prinsip motor DC sebagai actuator penggerak mekatronika.

A. Konsep Motor DC

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis (akuator) yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar *impeller* pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industry.



Gambar 3.1 Prinsip kerja motor listrik

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum adalah:

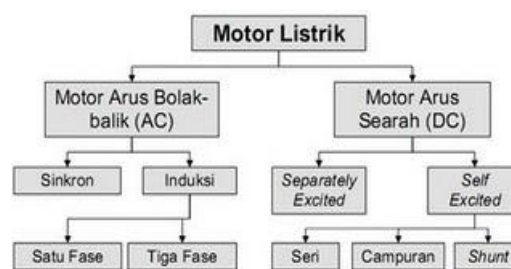
1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
2. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/*loop*, maka kedua sisi *loop*, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.

3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/ *torque* untuk memutar kumparan.
4. Motor-motor memiliki beberapa *loop* pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/ *torque* sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok:

1. **Beban *torque* konstan** adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya namun *torque* nya tidak bervariasi. Contoh beban dengan *torque* konstan adalah *conveyors*, *rotary kilns*, dan pompa *displacement* konstan.
2. **Beban dengan variabel *torque*** adalah beban dengan *torque* yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan variabel *torque* adalah pompa sentrifugal dan fan (*torque* bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
3. **Beban dengan energi konstan** adalah beban dengan permintaan *torque* yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

Dibawah ini adalah bagan mengenai macam – macam motor listrik berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi yang terangkum dalam klasifikasi motor listrik.

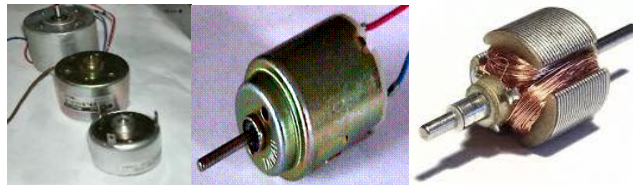


Gambar 3.2 Klasifikasi motor Listrik

Pada suatu mesin listrik atau lebih sering kita kenal dengan sebutan motor listrik atau dynamo, terdapat dua jenis motor yang berbeda di antara nya adalah mesin/motor DC (*direct current*) atau sering kita sebut juga dengan motor arus searah, dan motor AC (*alternating current*) yang sering kita sebut juga dengan motor arus bolak balik, atau lebih tepatnya yang biasa kita jumpai pada kehidupan kita sehari hari yaitu motor yang pemasangan sumber catu dayanya langsung kita hubungkan pada tegangan listrik tanpa melalui proses konversi tegangan terlebih dahulu.

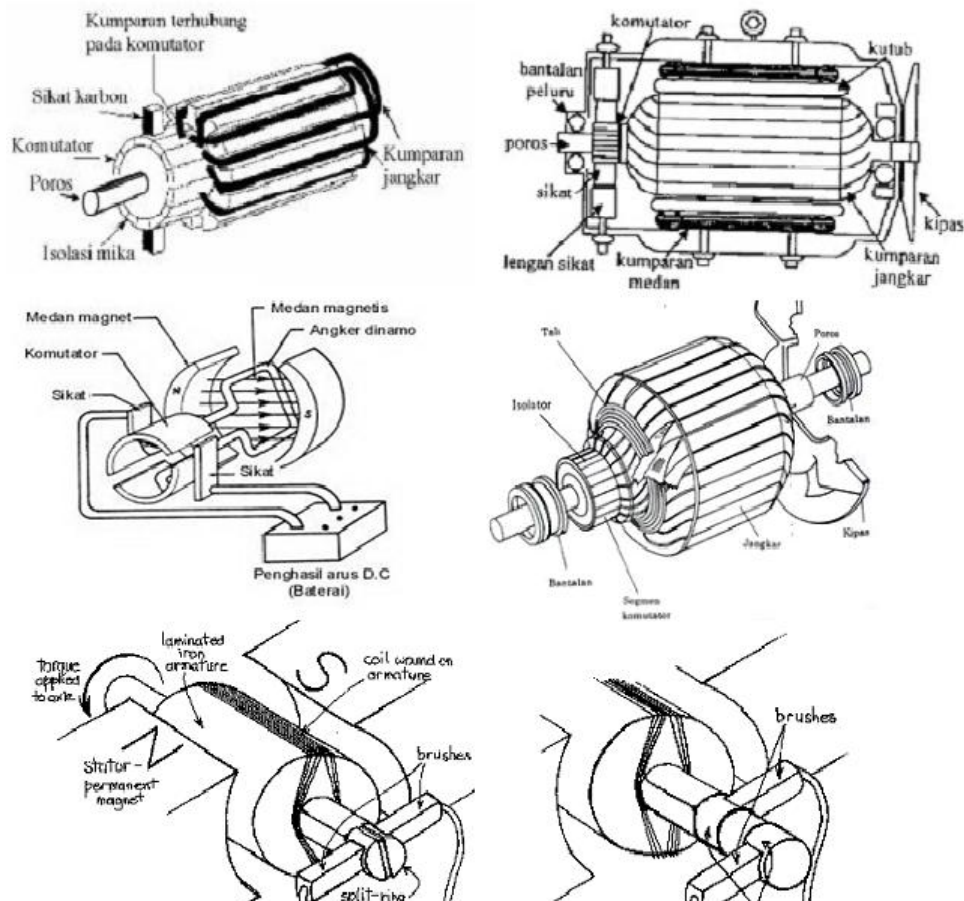
Dapat kita ambil contoh seperti motor pada Pompa air , Motor tersebut adalah salah satu contoh motor yang menggunakan system pergerakan AC (*alternating current*), sedangkan motor DC (*direct current*) biasa nya dapat kita jumpai pada motor mainan anak-anak, seperti yang terdapat pada Tamiya, Mobil-mobilan dan lain sebagainya.

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Motor DC memiliki 2 bagian dasar :



Gambar 3.3. Bahagian-bahagia motor DC

Sedangkan gambar ilustrasi ini adalah bagian dari rotor, yaitu bagian dari motor DC yang berputar.



Gambar 3.4 Konstruksi motor DC

1. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator.

Pada bagian stator merupakan tempat diletakkannya kumparan medan. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.

2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir. Rotor ditempati oleh rangkaian jangkar seperti kumparan jangkar, komutator dan sikat (brush).

Rangka atau gandar

Rangka motor arus searah adalah tempat meletakkan sebagian besar komponen mesin dan melindungi bagian mesin. Untuk rangka harus dirancang memiliki kekuatan mekanis yang tinggi untuk mendukung komponen – komponen yang ada di dalamnya. Rangka juga memiliki fungsi sebagai mengalirkan fluks magnet yang timbul dari kutub – kutub medan itu. Rangka dibuat dengan menggunakan bahan yang kuat dan memiliki sifat ferromagnetic yang memiliki permeabilitas tinggi untuk melewati fluks magnet

itu. Rangka motor DC ini biasa dibuat dari bahan cast steel / baja tuang atau bisa dari baja lembaran / rolled steel yang berfungsi sebagai penopang mekanis dan juga sebagai bagian dari rangkaian magnet.

Kutub Medan

Kutub medan terdiri dari inti kutub itu sendiri dan sepatu kutub. Sepatu kutub yang berdekatan dengan celah udara yang ada diantara ruang kosong motor DC dibuat lebih besar dari badan inti. Fungsinya adalah untuk menahan kumparan medan di tempatnya lalu kemudian menghasilkan distribusi fluks magnet yang lebih merata diseluruh jangkar dengan menggunakan permukaan yang melengkung. Inti kutub dari lamisani plat – plat baja yang terisolasi satu sama lain, Sepatu kutub dilaminasi dan dibalut ke inti kutub. Maka kutub medan (inti kutub dan sepatu kutub itu sendiri) direkatkan bersama-sama kemudian dibalut pada rangka. Pada inti kutub ini dibelitkan kumparan medan yang terbuat dari kawat tembaga yang berfungsi untuk menghasilkan fluks magnet.

Sikat / Brush

Sikat adalah jembatan bagi aliran arus ke lilitan jangkar. Maka fungsi dan posisi brush cukup penting sebagai komponen pada motor DC ini. Sikat – sikat ini berbahan dasar karbon dengan tingkat kekerasan material yang bervariasi. Tetapi ada juga pada kasus lain karbon dicampur dengan unsure lain seperti tembaga. Brush pada umumnya harus memiliki kekuatan material yang lebih lunak dari komutator (bagian dari motor DC). Tujuannya adalah supaya gesekan yang terjadi antara segmen – segmen komutator dan brush itu sendiri tidak mengakibatkan komutator cepat aus. Ya sebagai konsekuensi brush adalah komponen yang sering diganti dari motor DC ini.

Kumparan Medan

Kumparan medan adalah susunan konduktor yang dibelitkan pada inti kutub. Dimana konduktor tersebut berbahan dasar dari kawat tembaga yang memiliki geometri bulat ataupun persegi yang berfungsi untuk menghasilkan fluks utama dibentuk dari kumparan pada setiap kutub itu.

Jangkar

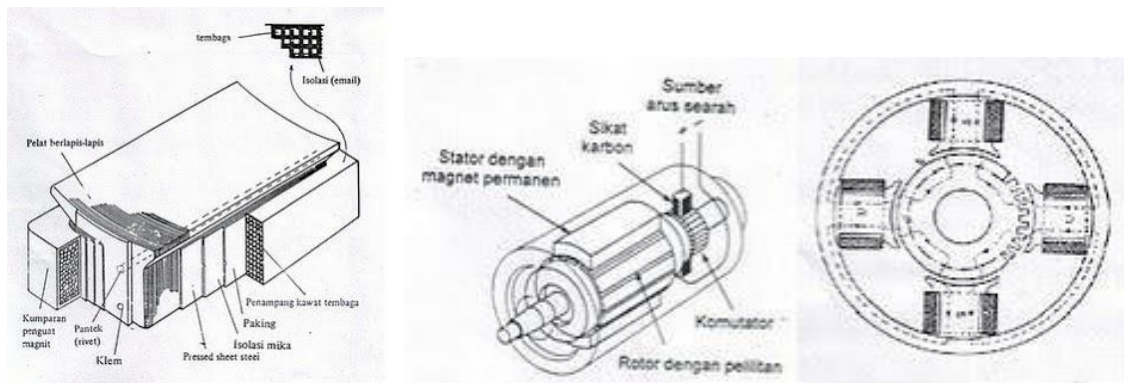
Inti dari jangkar adalah silinder. Bentuk itu paling umum dalam penggunaan motor arus searah. Bentuknya adalah silinder yang diberi alur – alur pada permukaannya untuk tempat melilitkan kumparan jangkar, dimana ggl induksi akan timbul pada area ini. Bahan yang digunakan dalam pembuatan jangkar ini adalah dari kombinasi dari baja dan silikon

Kumparan Jangkar

Kumparan jangkar pada konstruksi motor DC merupakan tempat yang vital dalam membentuk ggl induksi pertamakali. Ada 3 jenis kumparan jangkar pada rotor yaitu : Kumparan jerat (lap winding), kumparan gelombang (wave winding) dan kumparan zig – zag (frog – leg winding).

Komutator

Komutator terdiri dari sejumlah segmen tembaga yang berbentuk lempengan – lempengan yang disusun ke dalam silinder terpasang pada posors. Tiap – tiap lempengan atau segmen – segmen komutator terisolasi dengan baik antara satu sama lainnya. Bahan isolasi ini yang digunakan pada komutator adalah mika. Komutator sering diasosiasikan dengan penyearah (rectifier). Maka agar dihasilkan tegangan arus seraha yang constant, maka diperlukan komutator dengan jumlah yang banyak jumlahnya.



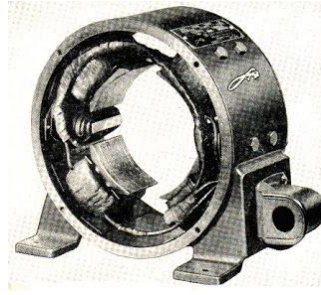
Gambar 3.5 Penampang Cincin Belah

Celah Udara

Ini adalah salah satu komponen yang sangat penting juga. Celah udara merupakan ruang atau celah antara permukaan sepatu kutub yang menyebabkan jangkar tidak bergesekan dengan sepatu kutub . Fungsi utamanya adalah tempat mengalir fluks yang dihasilkan oleh kutub – kutub medan.

Stator/Rangka gandar

Pada motor arus searah, gandar berfungsi sebagai bagian dari rangkaian magnetik yang biasanya di buat dari besi tuang. Pada gandar terdapat seperangkat kutub-kutub medan yang dibuat dari inti laminasi baja pelat dan kumparan medan dipasngkan pada kutub-kutub medan tersebut, seperti ditunjukkan pada gambar 3.6.



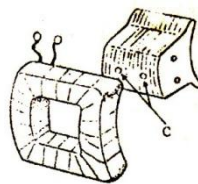
Gambar 3.6 Stator dan rangka gandar

Sepatu kutub dibuat dari besi lapis yang cukup tipis (plat dinamo) yang dijadikan satu, dimasukkan kedalam kumparan magnitnya yang telah di bungkus isolasi yang memadai. Sepatu kutub ini dipasangkan pada rangka (yoke) yang sekaligus jadi badan mesin dengan dua buah baut. Bagian dalam badan motor arus searah (yoke) dibubut agar sepatu kutubnya mempunyai celah udara serapat mungkin (minimum) dan lingkaran dalam betul-betul bulat. Dalam rangka ini ditempatkan sejumlah pasang sepatu kutub.

Pasangan kutub U dan S selalu berurutan seperti letak sepatu kutubnya dan ujung-ujung kawat kumparannya dihubungkan satu pada yang lain sehingga keluar hanya 2 ujung dan dipasang pada kotak klem dengan tanda huruf simbol F1 dan F2; pada kotak/plat klem itu juga ditempatkan klem untuk kabel peralatan sikat yang berhubungan dengan jangkar (armature) atau rotor dan diberi huruf simbol A1 dan A2.

Kumparan Medan

Kumparan medan juga dikenal dengan kumparan penguat untuk menghasilkan medan magnet pada kutub utama (main pole). gambar 3.7 menunjukkan penempatan kumparan medan pada inti kutub.



Gambar 3.7 penempatan kumparan medan

Rotor atau Jangkar

Rotor motor arus searah dilengkapi dengan komutator dengan lamel-lamel sebagai terminal kumparan jangkar motor dan dipasangkan pada poros. Rotor atau jangkar dibuat dari plat-plat tipis baja campuran dalam bentuk tertentu. Alur-alur pada jangkar dibuat untuk meletakkan lilitan jangkar, lihat gambar 3.8.



Gambar 3.8 Rotor/jangkar

Bantalan (Bearing)

Bantalan pada motor/dinamo berfungsi sebagai:

1. Memperlancar gerak putar poros
2. Mengurangi gesekan putaran dan perlu diberi pelumas
3. Penstabil poros terhadap gaya horizontal dan gaya vertikal poros motor.

Menurut tipe bantalan (bearing) dapat dibedakan antara lain:

1. Bantalan peluru
2. Bantalan roller
3. Bantalan bos.

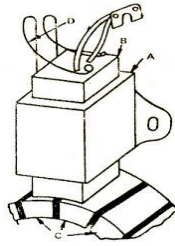
Pada setiap motor listrik atau generator mempunyai 2 (dua) buah tutup, masing masing ditempatkan pada dua sisi rangka di ikat dengan baut.

Kedua tutup tersebut berfungsi sebagai:

1. Dudukan bantalan poros motor/dinamo
2. Titik senter antara rotor/poros dengan rumah stator
3. Pelindung bagian dalam motor/dinamo

Bagian Mekanik Sikat Arang

Sikat karbon ditempatkan diatas perputaran komutator berfungsi sebagai jaringan untuk memindahkan arus antara jangkar dan kumparan medan. Peralatan sikat, terdiri dari pemegang sikat (A) yaitu tempat dudukan sikat yang diikatkan pada rangka mesin, (B) Sikat arang , (C) Komutator dan (D) Pegas. Dengan tekanan pegas sikat arang akan selalu menekan pada komutator tanpa mengganggu kelancaran putaran rotor. Setiap sikat terpasang pada dudukan sikat , yang disatukan dengan pegas untuk mempertahankan tekanan sikat yang konstan pada komutator. Perlengkapan (*Rigging Brush*) digunakan untuk dukungan pemegang sikat terdiri dari sepatu dan gagang sikat. Bagian-bagian mekanik sikat arang dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Sikat arang

Sekalipun sudah dibentuk, nyatanya kita tidak dapat membuat sikat arang berbentuk lengkungan seperti lengkungan komutatornya terutama ujung-ujung sikat arangnya. Bersihkan selalu serbuk arang dan abrasip lainnya dengan memakai sikat halus atau alat pengisap debu.

Prinsip Untuk medan magnet dari kumparan medan dari sebuah koil

Pada dasarnya motor arus searah bekerja dengan prinsip interaksi fluks – fluks magnet yang timbul akibat dialirinya sumber tegangan. Kumparan medan magnet akan menghasilkan fluks magnet yang arahnya dari kutub utara menuju kutub selatan dan kumparan jangkar akan menghasilkan fluks magnet yang melingkar (loop). Nah interaksi ini akan menimbulkan suatu gaya

Prinsip Untuk fluks magnet dari magnet permanen

Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.

Prinsip kerja motor DC

Motor DC memiliki dua elemen listrik yang terdiri dari bagian stator (kumparan medan utama) dan rotor (kumparan jangkar). Kumparan jangkar mengalirkan arus yang berasal dari komutator (cincin belah). Tegangan DC dialirkan ke kumparan jangkar melalui karbon yang menempel komutator. Meskipun pada motor DC kecil, magnet permanen dapat digunakan sebagai stator. Tetapi, pada motor yang besar, yang biasa digunakan di industri menggunakan elektomagnet sebagai stator. Pada saat tegangan dialirkan ke kumparan medan di stator dengan kutub utara dan selatan buatan (elektromagnet), akan dihasilkan medan magnet statis (bukan medan magnet putar). Untuk menjelaskannya, stator akan dianggap sebagai magnet permanen.

Motor DC berputar sebagai akibat adanya dua medan magnet yang saling berinteraksi satu dengan yang lainnya. Medan pertama adalah medan magnet utama

yang berada pada kumparan stator dan medan kedua adalah medan magnet yang berada pada jangkar.

Bila sebuah kawat berarus diletakkan antara kutub magnet (UTARA -SELATAN) maka pada kawat itu akan bekerja gaya sehingga kawat bergerak. Gaya dimaksud adalah gaya yang dikenal dengan gaya Lorentz. Arah gaya Lorentz dan hubungannya medan magnet utama serta arah arus pada jangkar, dapat dijelaskan dengan aturan tangan kanan untuk motor.

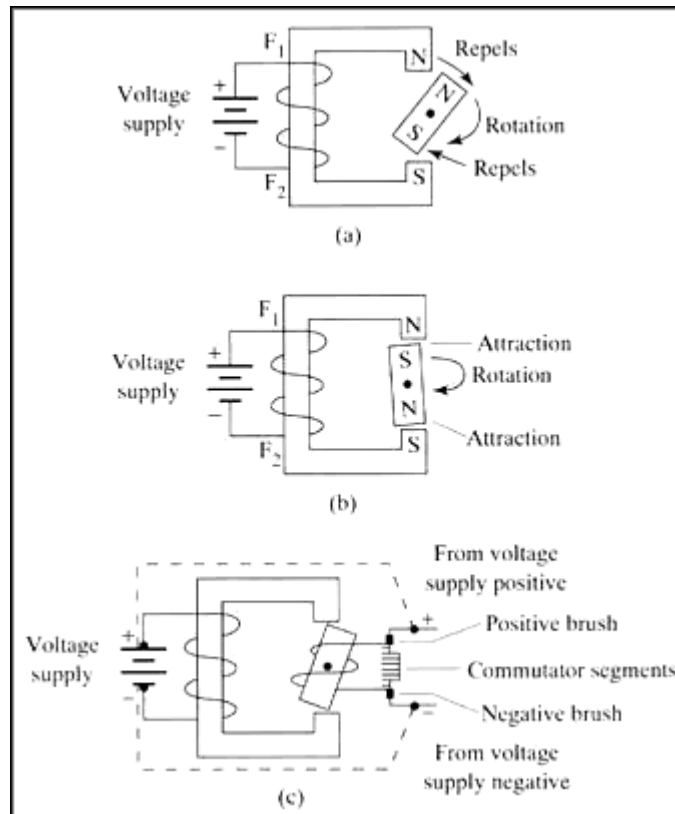
Prinsip Kerja Motor DC

Motor DC bekerja berdasarkan hukum Ampere dan hukum Lorentz, yaitu:

1. Di sekitar penghantar yang dialiri arus listrik akan timbul medan magnet.
2. Suatu penghantar yang dialiri arus listrik, jika berada pada medan magnet akan mengalami suatu gaya yang disebut gaya Lorentz.

Hukum Ampere berlaku pada kumparan medan yang menghasilkan medan magnet, sedangkan hukum Lorentz berlaku pada belitan jangkar yang berada dalam medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan.

Cara kerja motor DC akan lebih mudah dipahami dengan menggunakan diagram dasar yang menunjukkan interaksi magnetis antara *armature*/rotor yang berputar dengan kumparan stator yang diam. Dari Gambar 3.10 (a) dapat dilihat terdapat sebuah magnet yang dipasang pada batang sehingga ia dapat berputar dengan poros di tengahnya. Kumparan medan berupa inti stator yang dililit sebuah kawat panjang yang mempunyai dua ujung, yang atas dihubungkan dengan kutub positif sumber tegangan dan yang bawah dihubungkan dengan kutub negatif. Aliran arus ini menyebabkan ujung atas koil menjadi kutub utara magnet dan ujung bawah koil menjadi kutub selatan magnet. Magnet yang dapat berputar tadi dianggap sebagai rotor / *armature* dan koil yang dililit kabel sebagai medan (*stator*). Arah panah menunjukkan arah putaran rotor.



Gambar 3.10 Diagram magnetis motor DC.

Dengan berputarnya rotor, mengakibatkan semakin lama kutub magnet rotor mendekat ke kutub medan yang berlawanan muatannya. Karena berbeda muatannya, maka akan saling tarik menarik. Tarikan tersebut makin lama makin kuat sampai saat kedudukan menjadi satu baris seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.10.(b). Pada saat tersebut, rotor seperti terkunci, tidak bisa bergerak. Agar rotor dapat bergerak lagi, maka polaritas rotor tersebut harus dibalik. Karena saat ini rotor berupa magnet permanen, rotor tetap tidak bisa berputar lagi. Oleh karena itu, rotor harus diganti dengan kumparan (elektromagnetik), agar polaritasnya dapat diganti-ganti, dan ditambahkan satu set komutator untuk tetap menghubungkan antara rotor dengan stator. Satu segmen komutator disediakan untuk satu terminal kumparan magnetik. Rotor mempunyai satu koil yang mempunyai dua terminal, maka komutator mempunyai dua segmen.

Karena rotor sekarang berupa kumparan kawat, maka diperlukan arus DC yang mengalirinya agar dapat menjadi elektromagnet. Karena rotor akan terus berputar maka kabel tegangan DC tidak bisa secara langsung dihubungkan ke kumparan rotor. Satu set sikat dari bahan karbon diperlukan untuk menghubungkan kumparan rotor. Sikat ini ditempatkan pada segmen komutator, sehingga arus DC dapat mengalir ke kumparan rotor. Pada Gambar 3.10.(c) dapat dilihat tegangan DC menyuplai medan dan sikat. Karena kutub negatif dihubungkan ke salah satu sikat, segmen komutator dimana sikat

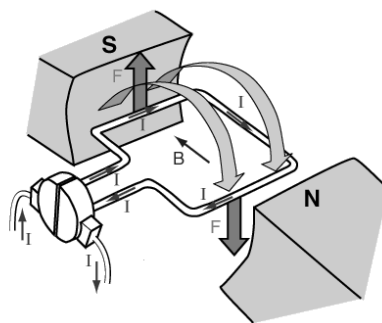
negatif ditempatkan juga akan menjadi negatif. Medan magnet dari rotor ini menyebabkan rotor mulai berputar. Saat rotor menuju titik yang menyebabkan dia terkunci, sikat negatif akan menyentuh ujung kumparan rotor yang dulunya positif menjadi negatif. Begitu juga dengan sikat positif yang akan mengubah ujung kumparan rotor yang dulunya negatif menjadi positif. Rotor akan terus mengubah polaritasnya dua kali tiap putaran, yang menyebabkan dapat terus berputar secara kontinyu.

Pengaturan Kecepatan Motor DC

Penggunaan motor arus searah ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Khususnya pemakaian motor penggerak. Penggunaannya meliputi motor penggerak, pengangkut dengan berbagai kecepatan yang membutuhkan respon dinamis dan keadaan steady statenya. Maka dari itu manipulasi dan pengaturan kecepatan motor arus searah sangat fundamental untuk menyokong pelbagai kehidupan industry ataupun Bagaimana pengaturan kecepatan motor arus searah (motor DC) dapat dilakukan ? Pengaturan kecepatan motor DC dapat dilakukan dengan memperbesar dan memperkecil arus yang mengalir pada jangkar menggunakan sebuah tahanan.

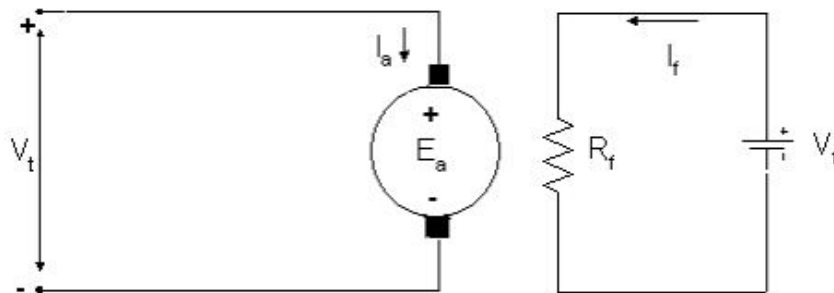
B. Jenis-jenis Motor DC

Motor DC eksitasi terpisah mempunyai sumber tegangan yang terpisah antara kumparan medan (pada stator) dan belitan jangkar (pada rotor). Umumnya, pada motor DC eksitasi terpisah, stator terbuat dari magnet permanen dan ukurannya kecil. Motor ini mengubah energi listrik menjadi mekanis melalui interaksi kedua medan magnet. Satu medan dihasilkan oleh magnet permanen, sedangkan medan yang lain dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir pada kumparan rotor. Interaksi kedua medan ini akan menghasilkan gaya magnetik (gaya Lorentz) yang menimbulkan torsi untuk dapat menggerakkan motor.



Gambar 3.11 Prinsip kerja motor DC eksitasi terpisah

Motor DC penguatan bebas mempunyai ciri yaitu sumber tegangannya berasal dari luar motor, tentunya jenis tegangan yang digunakan sumber tegangan DC. Sehingga rangkain ekivalen nya adalah:



Gambar 3.12 Ekivalen motor DC penguat bebas

Sehingga dapat diterapkan hokum Kirchof untuk rangkaian diatas yaitu:

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a + V_{\text{sikat}}$$

$$V_f = I_f \cdot R_f$$

Dimana:

V_t = tegangan terminal jangkar motor arus searah (volt)

R_a = tahanan jangkar (ohm)

I_f = arus medan penguatan bebas (ohm)

V_f = tegangan terminal medan penguatan bebas (volt)

R_f = tahanan medan penguatan bebas (ohm)

E_a = gaya gerak listrik motor arus searah (volt)

V_{sikat} = jatuh tegangan pada sikat (volt)

Motor DC eksitasi terpisah sangat sering dijumpai dalam industri, misalnya pada industri mainan, robot, dan mobil elektronik. Beberapa keuntungannya adalah:

1. Pengendalian kecepatannya lebih mudah dibandingkan jenis motor yang lain.
2. Menghasilkan torsi yang tinggi bila dibandingkan dengan motor medan belitan.
3. Ideal untuk dipakai pada aplikasi motor servo karena memiliki kurva kecepatan dan torsi linear.
4. Arah putaran mudah dibalik.

5. Bentuk fisiknya lebih kecil jika dibandingkan motor DC medan belitan atau motor AC.

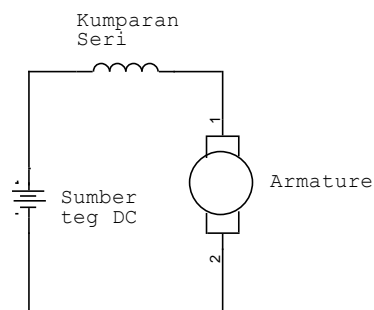
Motor DC Sumber Daya Sendiri /Eksitasi Sendiri / Self Excited

Motor DC eksitasi sendiri mempunyai sumber tegangan yang sama antara kumparan medan dan belitan jangkar. Motor DC eksitasi sendiri ini dibagi lagi menjadi tiga macam berdasarkan konstruksinya, yaitu:

- a. Motor DC penguatan seri / Motor DC seri
- b. Motor DC penguatan shunt/ Motor DC shunt
- c. Motor DC penguatan gabungan / Motor DC Kompon
 - 1) Motor DC penguatan kompon panjang
 - 2) Motor DC penguatan kompon pendek

Motor DC penguatan seri / Motor DC seri

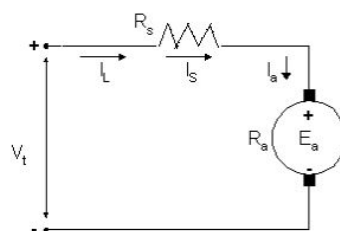
Motor DC seri mempunyai torsi awal yang sangat tinggi sehingga dapat memutar beban yang sangat berat disaat awal. Oleh karena itu, salah satu kegunaannya adalah sebagai motor starter, motor keran, atau sebagai pengungkit, dimana yang dipentingkan adalah torsi awal yang kuat. Dari Gambar 3.13 dapat dilihat bahwa kumparan medan dihubungkan secara seri dengan kumparan *armature* / rotor. Maka arus yang mengalir melalui kumparan medan dan rotor sama.



Gambar 3.13 Diagram rangkaian elektronis motor DC seri

Motor arus searah penguatan seri

Rangkaian ekivalen dari jenis motor ini adalah:



Gambar 3.14 Ekivalen motor DC penguat seri

Seperti judulnya rangkain ini menghubungkan kumpara medan secara seri dengan rangkaian jangkarnya. Maka sesuai dengan hokum kirchof bahwa arus yang mengalir pada kumparan jangkar akan sama dengan arus yang mengalir pada kumparan medan, sehingga persamaan matematisnya adalah:

$$V_t = E_a + I_s R_s + I_a R_a$$

$$I_L = I_a = I_s$$

$$V_t = E_a + I_a (R_a + R_s)$$

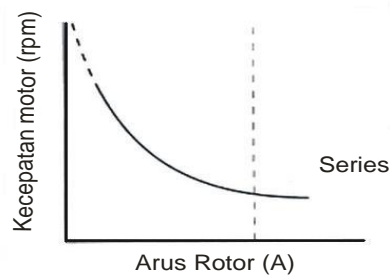
Dimana:

I_s = arus kumparan medan seri (Ampere)

R_s = tahanan medan seri (ohm)

iL = arus dari jala jala

Oleh karena itu, kawat yang digunakan untuk kumparan medan berdiameter besar. Karena kawatnya besar, maka lilitan yang dibuat pada kumparan medan hanya sedikit. Berikut adalah grafik hubungan antara arus pada rotor dengan kecepatannya:

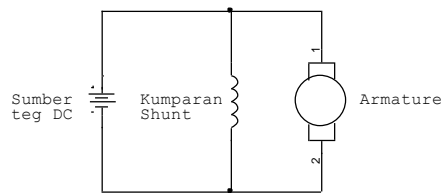


Gambar 3.15 Grafik hubungan antara kecepatan motor dengan arus pada rotor

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa saat arus kecil, kecepatan motor akan maksimum, dan saat arus meningkat, kecepatannya akan menurun. Dapat dilihat juga keadaan *runaway* terjadi saat arus mengecil sampai mendekati nol.

Motor DC penguatan shunt/ Motor DC shunt

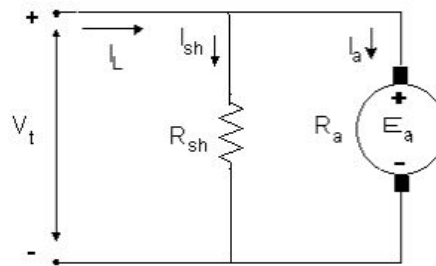
Motor DC *shunt* berbeda dengan motor DC seri, yaitu pada kumparan medannya yang dihubungkan secara paralel dengan kumparan rotor.



Gambar 3.16 Diagram rangkaian motor DC *shunt*

Motor arus searah penguatan Shunt

Untuk motor jenis ini memiliki rangkain seperti



Gambar 3.17 Ekivalen motor DC penguat shunt

Pada motor shunt kumparan jangkar dihungkan langsung dengan terminal sehingga akan membentuk rangkaian yang paralel terhadap kumparan jangkar, sehingga persmaan matematisnya adalah:

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a$$

Lilitan *shunt* dibuat dari kawat yang berdiameter kecil dengan banyak lilitan dalam kumparan. Karena kawatnya sangat kecil, dia tidak bisa membawa arus yang sangat besar seperti pada kumparan seri, namun karena jumlahnya yang sangat banyak, maka masih bisa menghasilkan medan magnet yang sangat kuat. Ini berarti motor shunt mempunyai torsi awal yang rendah, maka biasanya mempunyai beban yang kecil.

Saat ada suplai tegangan ke motor, hambatan yang besar pada kumparan *shunt* menjaga aliran arus tetap kecil. Seperti motor seri, ketika rotor mulai berputar, akan timbul tegangan balik, yang menyebabkan arus pada rotor mulai mengecil. Karena umumnya bebannya kecil, arus rotor juga kecil. Saat motor mencapai kecepatan maksimal, kecepatan ini akan tetap konstan.

Salah satu aplikasi dari motor DC *shunt* di industri adalah sebagai pemompa cairan, dimana kecepatan yang konstan sangat diperlukan.

Motor DC Compound / Gabungan

Motor DC kompond merupakan kombinasi dari motor DC shunt dan seri, sehingga mempunyai dua buah kumparan medan, yaitu medan seri dan medan paralel. Ada dua macam motor DC kompond, yaitu:

1. Motor dc kompond kumulatif, yaitu jika antara kumparan medan seri dan medan paralel saling menguatkan (polaritas sama), dan
2. Motor dc kompond differensial, yaitu jika antara kumparan medan seri dan medan paralel saling melemahkan (polaritas berlawanan).

Motor Arus Searah Penguatan Kompon Panjang

Pada motor arus searah ini penguatan kompon panjang, kumparan medan serinya terhubung secara seri terhadap kumparan jangkarnya dan terhubung paralel terhadap kumparan medan shunt. Pada jenis motor dc ini fluks yang dihasilkan saling mengurangi, karena polaritas dari kumparan medannya saling berlawanan. Berbeda dengan motor DC jenis ini, sifat dari rangkain ini akan saling menguatkan fluks karena polaritas dari kumparan medan sama

Motor Arus Searah Penguatan Kompon Pendek

Jenis motor Dc yang satu ini, kumparan medan serinya justru terhubung paralel terhadap kumparan jangkar dan kumparan medan shuntnya. Sama halnya dengan jenis motor DC penguatan kompon panjang, jenis motor DC penguatan kompon pendek ini ada yang bersifat lawan, artinya jenis motor ini mengakibatkan pelemahan medan magnet, karena polaritas dari medan nya saling berlawana. Sedangkan pada motor jenis ini polaritas medannya sama sehingga akan saling menguatkan medan magnet atau fluksnya.

Dari jenis-jens motor DC diatas masing masing mempunyai karakteristik tersendiri, yaitu:

1. Karakteristik motor DC eksitasi terpisah adalah: Kelebihan: Kecepatan motor dan torka beban mudah untuk dikendalikan, Arus eksitasinya tidak bergantung dengan arus jangkarnya

Kekurangan: Memerlukan dua buah sumber arus DC yang terpisah

2. Karakteristik motor DC eksitasi sendiri tipe Seri: Kelebihan: Torka yang dihasilkan berbanding kuadrat dengan arus sumber motor DC, Hanya memerlukan satu sumber DC Rangkaian eksitasinya sederhana

Kekurangan:

Kecepatan motor bervariasi dan sensitif terhadap perubahan torka beban. Arus eksitasinya sebanding dengan arus jangkar, sehingga membutuhkan kawat medan yang cukup besar

3. Karakteristik motor DC eksitasi sendiri tipe *Shunt*: Kelebihannya adalah regulasi kecepatan motor terhadap perubahan torka beban lebih stabil dan hanya memerlukan satu sumber DC, sedangkan Kekurangannya adalah: Torka yang dihasilkan relatif kecil, Kecepatan motor dan torka beban relatif sulit untuk dikendalikan

4. Karakteristik motor DC eksitasi sendiri tipe campuran/*compound*:

Tipe ini merupakan penggabungan dari motor DC seri dan motor DC shunt. Tujuan dari tipe campuran ini adalah mendapatkan kelebihan yang ada dari masing-masing tipe. Torka yang besar dari tipe seri dan regulasi tegangan yang baik dari tipe shunt. Berdasarkan tujuan tersebut inilah, motor DC tipe compound dapat dibedakan menjadi 2 tipe yaitu, compound panjang dan tipe compound pendek.

Jenis- Jenis Motor DC yang lain

Sebuah motor DC didesain untuk bergerak dengan daya listrik DC. Tipe motor DC yang populer adalah jenis brushed (bersikat) dan jenis brushless (tanpa sikat), di mana masing-masing menggunakan commutation internal dan eksternal untuk menciptakan arus osilasi AC dari sumber arus DC.

Motor DC Bersikat (Brushed DC motor)

Motor DC klasik menghasilkan arus osilasi dalam sebuah rotor lilitan dengan sebuah commutator split ring, dan sebuah stator berupa magnet lilit maupun magnet permanen. Sebuah rotor terdiri dari sebuah koil yang melilit rotor yang bertenaga arus listrik baterai atau sejenisnya.

Motor DC tak Bersikat (Brushless DC motor)

Banyaknya keterbatasan dari commutator motor DC klasik adalah akibat kebutuhan sikat untuk menekan commutator yang mengakibatkan gesekan. Pada kecepatan tinggi, sikat-sikat kesulitan dalam menjaga kontakannya. Sikat dapat oleng dan membuat ketidakseragaman pada permukaan commutator, yang menghasilkan loncatan api. Hal ini membatasi kecepatan maksimum dari motor. Kerapatan arus per unit luasan dari sikat membatasi output dari motor. Ketidaksempurnaan kontak juga menyebabkan electrical noise. Sikat sering aus dan perlu penggantian, dan commutator perlu dipelihara. Komponen commutator pada motor ukuran besar merupakan elemen yang mahal, memerlukan pemasangan yang presisi dari bagian-bagiannya. Masalah tersebut diatasi pada motor tanpa sikat (brushless motor). Pada motor jenis ini, rotating

switch mekanis atau susunan comutator/brushgear diganti dengan sebuah switch elektronik yang disinkronkan dengan posisi dari rotor. Motor tanpa sikat ini memiliki efisiensi 85-90%, sedangkan motor DC dengan brushgear memiliki efisiensi 75-80%.

Motor DC tak bersikat biasanya digunakan bila kontrol kecepatan yang presisi dibutuhkan, seperti pada disk drives komputer atau pada video cassette recorders, kipas, laser printer dan mesin photocopy. Ada beberapa keuntungan dari motor jenis ini dibandingkan motor konvensional:

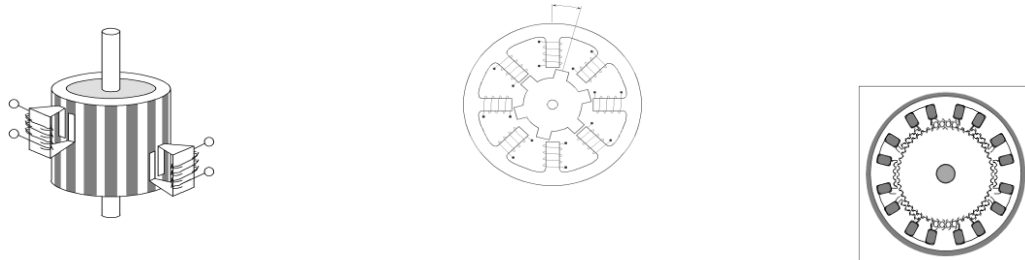
Dibandingkan dengan kipas motor AC menggunakan motor Shded-pole, motor DC tak bersikat sangat efisien, bergerak lebih dingin sehingga meningkatkan umur kerja bantalan kipas. Tanpa sebuah komutator yang sering aus, umur kerja motor DC tak bersikat lebih lama dan noise yang lebih kecil. Motor dapat dengan mudah disinkronkan dengan sebuah clock internal atau eksternal, untuk kontrol kecepatan yang lebih presisi. Karena tidak terjadi percikan listrik, seperti yang terjadi pada motor dengan sikat, membuatnya cocok untuk lingkungan dengan bahaya terbakar seperti bahan kimia atau bahan bakar. Motor jenis ini sering digunakan pada peralatan kecil seperti komputer dan sejenisnya. Motor ini juga lebih senyap yang merupakan keuntungan bila dipasang pada peralatan yang memberikan getaran. Motor DC tak bersikat yang modern memiliki variasi daya dari satu Watt hingga beberapa kilowatt. Motor ukuran besar hingga 100 kW digunakan pada mobil listrik.

Coreless DC Motor

Motor-motor yang diterangkan sebelumnya memerlukan bagian besi (baja) pada rotor yang berputar; torsi dihasilkan pada lilitan elektromagnet. Bentuk lain dari jenis tersebut adalah motor DC tanpa inti (coreless DC motor) yang merupakan bentuk khusus dari motor DC bersikat atau tak bersikat. Untuk keperluan percepatan yang tinggi, motor-motor tersebut memiliki sebuah rotor tanpa inti besi. Rotor dapat berupa sebuah silinder berisi lilitan di dalam magnet stator, sebuah keranjang di sekeliling magnet stator, atau sebuah plat panci yang bergerak diantara magnet stator atas dan bawah. Karena rotor jauh lebih ringan dari rotor konvensional, rotor dapat diakselerasi lebih cepat, mencapai kecepatan konstan di bawah 1 ms. Hal ini bisa terjadi bila lilitan menggunakan kawat aluminium dari pada tembaga yang lebih berat. Namun, karena tidak ada logam pada rotor untuk menyerap panas, motor ukuran kecil pun memerlukan pendingin udara.

Motor Stepper

Motor stepper merupakan motor DC yang bergerak dengan menerima pulsa dan mengubahnya menjadi gerak mekanis diskrit. Motor stepper digunakan untuk perangkat kecil yang perlu kecepatan tinggi dan memiliki kepresisian baik, namun memiliki torque rendah.



Gambar 3.18. Motor Stepper A. Permanent Magnet, B. Variable Reluctance, dan C. Permanent Magnet –Hybrid

Soal:

1. Jelaskan prinsip kerja motor DC.
2. Tuliskan 2 jenis motor DC ditinjau dari sisi pemberian arus listrik ke bagian rotornya .
3. Jelaskan prinsip kerja motor stepper.

Pembahasan:

1. Motor DC bekerja berdasarkan hukum Ampere dan hukum Lorentz, yaitu:
Di sekitar penghantar yang dialiri arus listrik akan timbul medan magnet. Suatu penghantar yang dialiri arus listrik, jika berada pada medan magnet akan mengalami suatu gaya yang disebut gaya Lorentz. Hukum Ampere berlaku pada kumparan medan yang menghasilkan medan magnet, sedangkan hukum Lorentz berlaku pada belitan jangkar yang berada dalam medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan.
2. Jenis brushed (bersikat) dan jenis brushless (tanpa sikat), di mana masing-masing menggunakan commutation internal dan eksternal untuk menciptakan arus osilasi AC dari sumber arus DC.
3. Motor stepper merupakan motor DC yang bergerak dengan menerima pulsa dan mengubahnya menjadi gerak mekanis diskrit. Motor stepper digunakan untuk perangkat kecil yang perlu kecepatan tinggi dan memiliki kepresisian baik, namun memiliki torque rendah.

BAB IV

SISTEM KENDALI DAN SENSOR

POKO BAHASAN

A. Teknik Kendali

B. Sensor

TUJUAN BELAJAR:

Mahasiswa dapat memahami prinsip-prinsip sistem kendali dan sensor sebagai kendali mekatronika.

A. Teknik Kendali

Sistem kendali adalah kombinasi komponen (listrik, mekanik, termal, atau hidrolik) yang bertindak bersama untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keadaan dari suatu sistem.

Bagian sistem kontrol:

Sistem: Sebuah susunan komponen – komponen fisik yang saling terhubung dan membentuk satu kesatuan untuk melakukan aksi tertentu. Contoh: tubuh, pemerintahan, motor

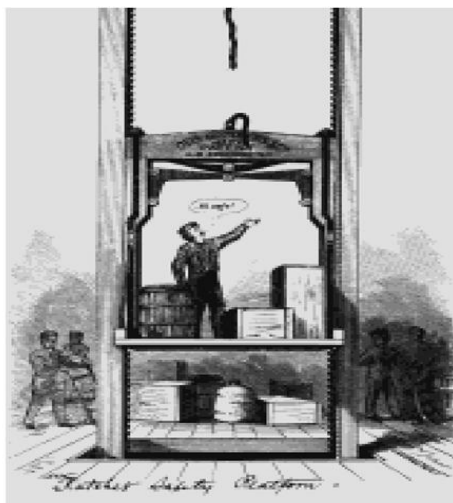
Kontrol: mengatur, mengarahkan, memerintahkan

Input (*Set Point, Reference*): Respon sistem yang diinginkan

Output: Respon sistem sebenarnya

Plant: Obyek yang dikontrol

Contoh Sistem kendali– Elevator



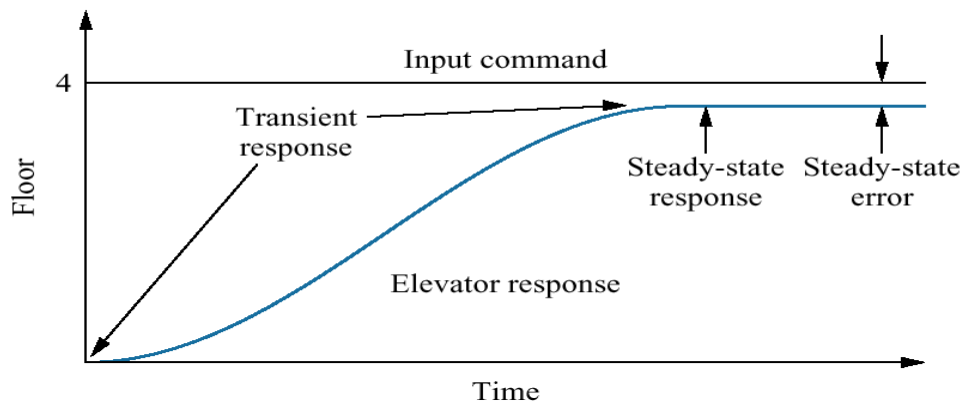
(a)



(b)

Gambar 4.1 a). elevator jaman dulu, b). elevator zaman sekarang.

- Elevator/lift jaman dulu, dikendalikan oleh pemegang tali atau operator lift, pada gambar tali dipotong untuk menunjukkan sebuah rem yang aman, inovasi dari lift jaman dulu.
- Duo lift/elevator yang digunakan di grande arche paris, dikendalikan oleh sebuah motor, dimana setiap motor gerakannya saling berlawanan. Pada jaman sekarang lift/elevator adalah full otomatis, menggunakan sistem kontrol untuk mengendalikan posisi dan kecepatan.



Gambar 4.2 diagram floor versus time

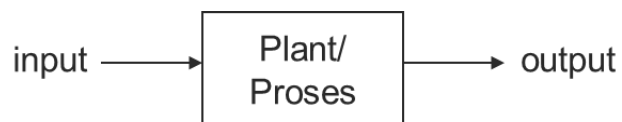
Input : lantai 4

Output (elevator response) : lantai – lantai yang dilewati elevator

Transient response

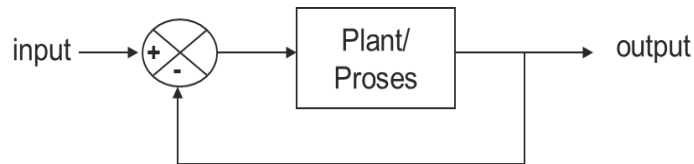
Steady state response → *steady state error*

Macam-macam Diagram Blok dan Komponen-komponennya



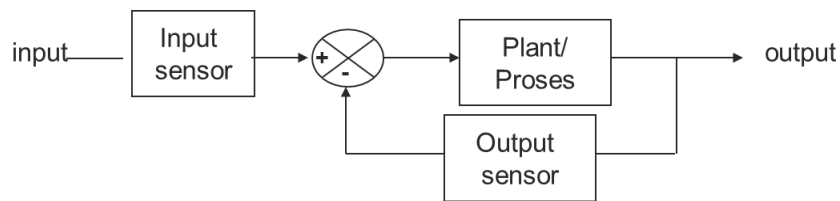
Gambar 4.3 Diagram blok open loop control system

Keterangan: input biasanya berupa sinyal atau sejenisnya masuk dan kemudian diproses oleh sistem menghasilkan output berupa suatu mekanisme mesin.

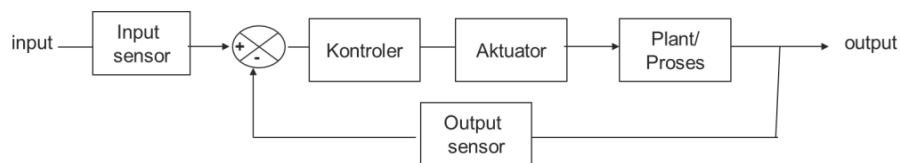


Gambar 4.5 Diagram blok close loop control system

Keterangan: input yang berupa sinyal masuk menuju eror detector sebagai pembanding, kemudian masuk ke dalam proses dan keluar melalui output, tetapi sebelumnya sinyal yang keluar dari proses kembali lagi menuju eror detector (feedback).



Gambar 4.6 diagram blok close loop control system with sensor



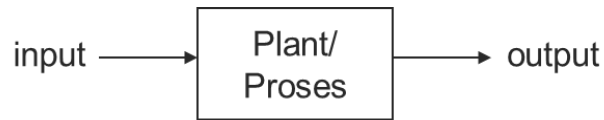
Gambar 4.7 diagram blok control system lengkap

Open Loop Control System

Suatu sistem kendali yang keluarannya tidak berpengaruh terhadap aksi kendali disebut sistem kendali loop terbuka. Dengan kata lain, sistem kendali loop terbuka tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpan balik dengan masukan.

Dalam suatu sistem kendali loop terbuka, keluaran tidak dapat dibandingkan dengan masukan acuan. Jadi setiap masukan acuan berhubungan dengan operasi tertentu, sehingga ketetapan dari sistem tergantung pada kalibrasi. Kelemahan sistem kendali ini adalah jika ada gangguan, maka sistem kendali loop terbuka tidak dapat melaksanakan tugas seperti yang diharapkan. Sistem kendali loop terbuka dapat digunakan hanya jika hubungan antara masukan dan keluaran diketahui dan tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal.

Contoh dari sistem kendali loop terbuka ini adalah mesin cuci, dimana perendaman, pencucian dan pembilasan dalam mesin cuci dilakukan atas basis waktu. Mesin ini tidak mengukur sinyal keluaran, yaitu tingkat kebersihan pakaian.



Gambar I.32 diagram blok dasar open loop control system

Contoh: Becak motor



Gambar 4.8 Becak motor

Input berupa kedalaman gas pada stang becak motor, input dikendalikan oleh manusia, proses/plant berupa mekanisme motor bakar, output berupa gerak roda. Disini tidak ada feed back jadi, kita tidak tahu apakah terjadi eror antara input yang berupa gas pada stang dan juga perputaran gerak roda.

Close Loop Control System

Sistem kendali umpan balik sering disebut sebagai sistem kendali loop tertutup. Pada sistem kendali umpan balik, sistem mempertahankan hubungan yang ditentukan antara keluaran dengan beberapa masukan acuan, dengan cara membandingkan mereka dan selisih yang dihasilkan akan digunakan sebagai alat kendali.

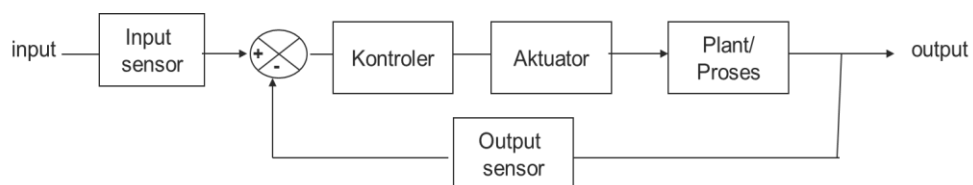
Pada sistem kendali loop tertutup, sinyal kesalahan yang bekerja, yaitu perbedaan antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang mungkin sinyal keluarannya sendiri atau fungsi dari sinyal keluaran dan turunannya), disajikan ke

kontroler sedemikian rupa untuk mengurangi kesalahan dan membawa keluaran sistem ke nilai yang dikehendaki. Istilah kendali loop tertutup selalu berarti penggunaan aksi kendali umpan balik untuk mengurangi kesalahan sistem.

Sebagai contoh dari sistem kendali loop tertutup ini adalah sistem kendali suhu ruangan. Dengan mengukur suhu ruangan yang sebenarnya dan membandingkannya dengan suhu acuan (suhu yang dikehendaki), thermostat menjalankan alat pemanas atau pendingin, atau mematikannya sedemikian rupa sehingga memastikan bahwa suhu ruangan tetap pada suhu yang nyaman tidak tergantung dari keadaan di luar.



Gambar 4.9 Air Conditioner with inverter



Gambar 4.10 Diagram blok close loop control system

Open loop control system

Aksi kontrolnya tidak tergantung dari output system, tidak dapat memberikan kompensasi/ koreksi jika ada gangguan (lihat gambar a). Contoh : mesin cuci, oven, dll. Ketepatan hasil bergantung pada kalibrasi. Sederhana dan murah.

Close loop control system

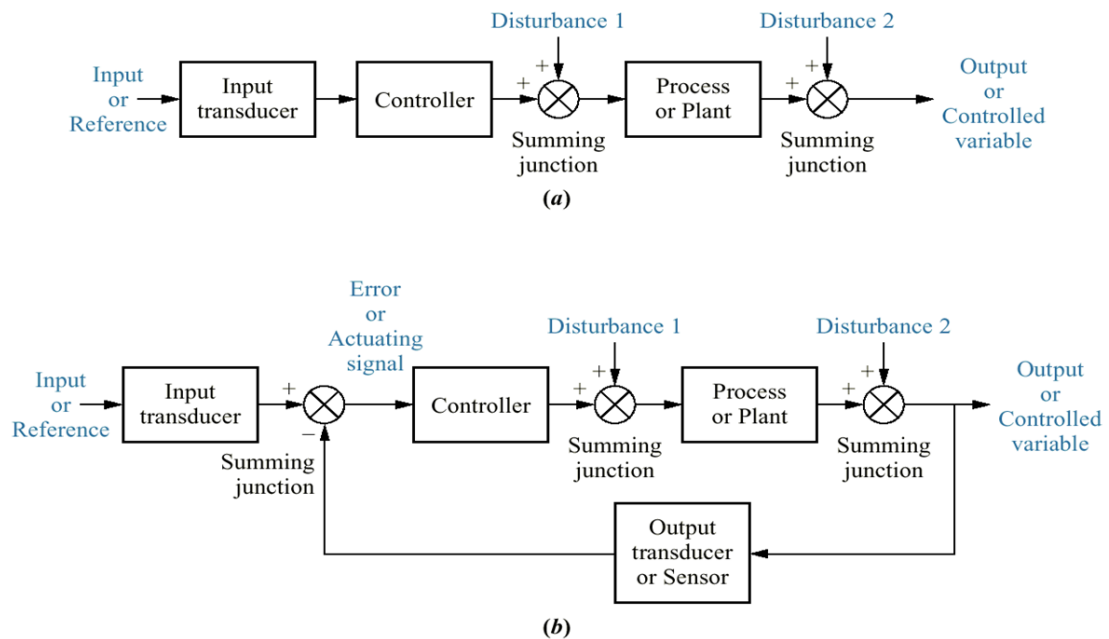
Aksi kontrolnya bergantung pada output sistem (melalui feedback).

Mengatasi kelemahan sistem open loop karena bisa memberikan koreksi saat ada gangguan

Mungkin terjadi “overkoreksi”, sehingga sistem justru menjadi tidak stabil

Kompleks dan mahal, karena komponen lebih banyak

Contoh : pengaturan kecepatan motor, pendingin-pemanas ruangan



Gambar 4.11 (a) diagram blok open loop control, (b) diagram blok close loop control system

Sistem otomatis adalah suatu sistem yang bekerja secara otomatis tanpa harus dikendalikan oleh sesuatu. Juga dapat didefinisikan sebagai suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer (komputer, PLC atau mikro). Semuanya bergabung menjadi satu untuk memberikan fungsi terhadap manipulator (m Elemen dasar sistem otomasi

Terdapat tiga elemen dasar yang menjadi syarat mutlak bagi sistem otomasi, yaitu power, program of instruction, kontrol sistem yang kesemuanya untuk mendukung proses dari sistem otomasi tersebut.

Power atau bisa dikatakan sumber energi dari sistem otomasi berfungsi untuk menggerakkan semua komponen dari sistem otomasi. Sumber energi bisa menggunakan energi listrik, baterai, ataupun Accu, semuanya tergantung dari tipe sistem otomasi itu sendiri.

Proses kerja dari sistem otomasi mutlak memerlukan sistem kontrol baik menggunakan mekanis, elektronik ataupun komputer. Untuk program instruksi / perintah pada sistem kontrol mekanis maupun rangkaian elektronik tidak menggunakan bahasa pemrograman dalam arti sesungguhnya, karena sifatnya yang analog. Untuk

sistem kontrol yang menggunakan komputer dan keluarganya (PLC maupun mikrokontroler) bahasa pemrograman merupakan hal yang wajib ada.

Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam sistem otomasi. Apabila suatu sistem otomasi dikatakan layak jika semua organ tubuh manusia seutuhnya maka sistem kontrol merupakan bagian otak / pikiran, yang mengatur dari keseluruhan gerak tubuh. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik sederhana, peralatan mekanik. Hanya saja penggunaan rangkaian elektronik, peralatan mekanik mulai ditinggalkan dan lebih mengedepankan sistem kontrol dengan penggunaan komputer dan keluarganya (PLC, mikrokontroler)

Sistem kontrol sederhana dapat ditemukan dari berbagai macam peralatan yang kita jumpai, diantaranya

- Setiap toilet memiliki mekanisme kontrol untuk mengisi ulang tangki air dengan pengisian sesuai dengan kapasitas dari tangki tersebut. Mekanisme sistem kontrol tersebut menggunakan peralatan mekanis yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk sistem otomasi.
- AC atau air conditioner merupakan sistem otomasi yang menggunakan sistem kontrol mikroelektronik atau yang sering disebut komputer sederhana.
- Robot assembly contoh sistem otomasi yang menggunakan kontrol sistem komputer atau keluarganya. Sistem kontrol tersebut akan memberikan pengaturan pada gerakan-gerakan tertentu untuk menyusun suatu peralatan pada industri (mekanik) sehingga akan memiliki fungsi tertentu.

B. Sensor

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, system instrumentasi elektronis semakin berperan penting dalam kehidupan manusia. System ini sangat membantu manusia dalam mengukur suatu besaran berupa besaran fisik dan kimia. Beberapa proses di industri membutuhkan system instrumentasi elektronis sebagai masukan ke dalam sebuah proses pengendalian. Besaran masukan pada system instrumentasi bukan besaran listrik. Besaran masukan itu dapat besaran mekanik, kimia, dan proses fisis. Untuk menggunakan masukan itu maka diperlukan metoda untuk mengubah besaran tersebut menjadi besaran listrik. Untuk mengubah besaran tersebut diperlukan sebuah converter yaitu berupa transduser dan sensor.

Salah satu elemen penting system instrumentasi elektronis adalah transduser dan sensor. Di dunia industri, transduser dan sensor berguna untuk monitoring, controlling,

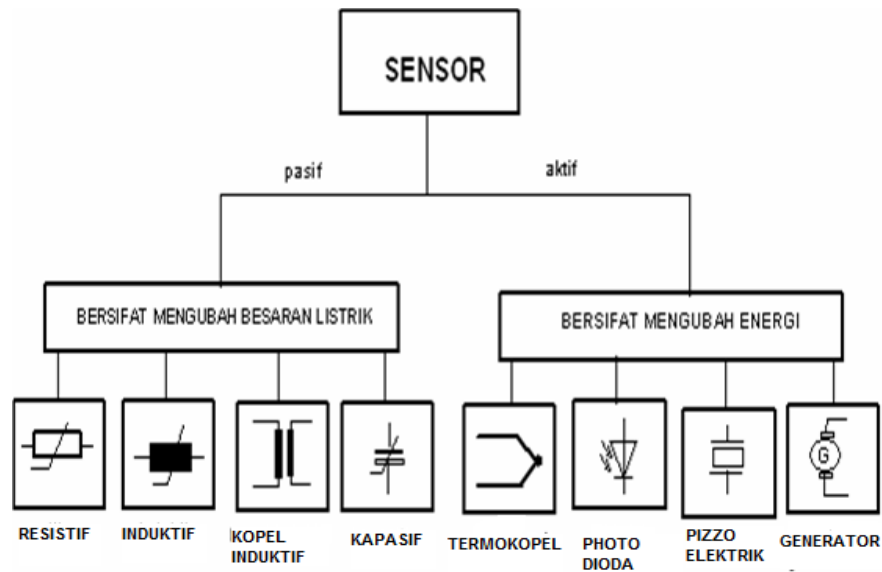
dan proteksi. Transduser dan sensor akan mengkonversi dari suatu isyarat input berupa isyarat fisis dan isyarat kimia yang akan diubah ke suatu isyarat output berupa tegangan, arus, dan hambatan. Sensor bisa saja menggunakan satu atau lebih pengkonversian untuk menghasilkan suatu isyarat keluaran.

Transduser adalah suatu peralatan/ alat yang dapat mengubah suatu besaran ke besaran lain. Sebagai contoh, definisi transduser yang luas ini mencakup alat-alat yang mengubah gaya atau perpindahan mekanis menjadi sinyal listrik. Transduser dapat dikelompokkan berdasarkan pemakaiannya, metode pengubahan energy, sifat dasar dari sinyal keluaran dan lain-lain.

Transduser dan sensor dibedakan sesuai dengan aktifitas yang didasarkan atas konversi sinyal dari besaran sinyal bukan listrik (non electric signal value) ke besaran sinyal listrik (electric signal value) yaitu : sensor aktif (active sensor) dan sensor pasif (passive sensor).

Sensor dan transduser pasif merupakan suatu sensor dan transduser yang dapat mengubah langsung dari energi dari energy bukan listrik (seperti : energi mekanis, energi termis, energi cahaya atau energi kimia) menjadi energi listrik. Sensor dan transduser ini biasanya dikemas dalam satu kemasan yang terdiri dari elemen sebagai detektor, dan piranti pengubah dari energi dengan besaran bukan listrik menjadi energi besaran listrik.

Sensor dan transduser aktif merupakan suatu sensor dan transduser yang dapat mengubah langsung dari energi dari energy bukan listrik (seperti : energi mekanis, energi termis, energi cahaya atau energi kimia) menjadi energi listrik bekerja atas asas pengendalian tenaga. Sensor dan transduser aktif memerlukan bantuan tenaga dari luar. Berikut gambar 4.12 Sifat dari sensor berdasarkan klasifikasi sesuai fungsinya.



Gambar 4.12 Sifat dari sensor berdasarkan klasifikasi

ASAS KERJA SENSOR

Asas kerja suatu sensor ditentukan oleh bahan sensor utama yang dipakai yang berkaitan erat dengan macam besaran yang diindera. Asas kerja sensor:

1. Asas Fotovoltaik : besaran yang diindera adalah cahaya. Cahaya yang diubah menjadi tegangan antara dua bahan berbeda susunannya.
2. Asas Piezoelektris besaran yang diindera menyebabkan perubahan tegangan V dan muatan Q yang ditimbulkan oleh sejenis kristal.
3. Asas Elektromagnetik besaran yang diindera mengubah fluks magnetis yang kemudian mengibas suatu tegangan.
4. Asas Kapasitif perubahan besaran yang diindera menyebabkan perubahan kapasitas.
5. Asas Induktif perubahan besaran yang diindera menyebabkan perubahan induktif.
6. Asas Fotokonduktif besaran yang diindera mengubah hantaran (conductive) atau rambatan (resistace) bahan semi penghantar melalui perubahan cahaya yang mengenai bahan tersebut.
7. Asas Reluktif besaran yang diindera diubah menjadi perubahan tegangan ac sebagai akibat perubahan lintasan reluxtan diantara dua atau lebih komponen ketika rangsangan ac diterapkan pada sistem kumparan tersebut.
8. Asas Potensiometer besaran yang diindera diubah menjadi perubahan menjadi perubahan kedudukan kontak geser pada suatu elemen hambatan.

9. Asas Resistif perubahan besaran yang diindera diubah menjadi perubahan hambatan suatu elemen.
10. Asas Ukur Regangan besaran yang diindera diubah menjadi perubahan hambatan sebagai akibat adanya regangan, biasanya pada dua atau empat cabang suatu jembatan wheatstone.
11. Asas Termoelektris besaran yang diindera adalah suhu dan transduser bekerja atas dasar efek Seebeck, efek Thomson atau efek Peltier.

STIMULUS SENSOR

Stimulus sensor merupakan entitas atau besaran fisis yang dapat mempengaruhi sensor. Sensor bekerja dengan cara mengubah entitas menjadi besaran listrik.

Macam macam stimulus sensor:

1. Akustis : gelombang (frekuensi amplitudo, fase), kecepatan rambat, spektrum, dll
2. Elektris : arus, tegangan, medan, konduktivitas, permitivitas, dll
3. Magnetis : medan (amplitudo, polarisasi, fase, spektrum), fluks, permeabilitas, dll
4. Optis : gelombang (amplitudo, frekuensi, fase, spektrum), kecepatan, pantulan penyerapan
5. Termis : temperatur, laju rambat panas
6. Mekanis : posisi, kecepatan, tekanan, tarikan, kerapatan, percepatan, ketinggian, ketebalan, massa, dll.

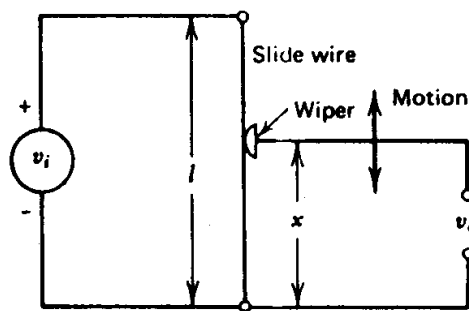
Jenis jenis sensor yang digunakan pada sistem otomasi berdasarkan sinyal yang dihasilkan dapat dibedakan menjadi:

1. Sensor diskrit. Tegangan diskrit mempunyai keluaran tegangan low dan high. Sensor diskrit digunakan untuk menterjemahkan dua kondisi fenomena fisis yang kontras ke dalam kode biner.
2. Sensor digital. Digital sensor memiliki data keluaran dalam bentuk biner (digital) sehingga langsung dapat dihubungkan pada sistem BUS yang terdapat di PLC. Sensor digital mempunyai keluaran serial dan paralel.
3. Sensor Analog. Sensor analog atau sensor kontinyu bekerja dengan cara mengubah fenomena fisis ke besaran listrik yang dapat diukur, dalam bentuk arus, tegangan.

RESISTANSI VARIABEL

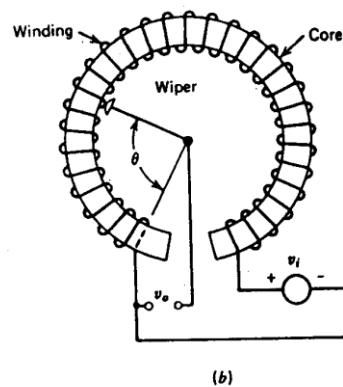
Transduser simpangan yang memakai elemen transduksi resistansi variabel potensiometrik umumnya sebagai devais hubung poros (shaft coupled). Elemen sensor terdiri dari potensiometer resistor yang memakai kontak penggesek (wiper) yang dapat digerakkan dan dihubungkan memakai poros bahan isolator dengan titik yang diukur.

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat disetel. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau Rheostat. Potensiometer biasanya digunakan untuk mengendalikan peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat. Potensiometer yang dioperasikan oleh suatu mekanisme dapat digunakan sebagai transduser, misalnya sebagai sensor joystick. Tipe sederhana dari potensiometer merupakan sebuah tahanan geser seperti gambar. Sensor ini terdiri dari tahanan dengan panjang l yang dapat di geser sejauh x dan diberikan tegangan sumber v_i . Hubungan antara tegangan keluaran v_o , panjang tahanan dan pergeseran dari tahanan, dapat diekpresikan sebagai berikut $v_o = \frac{x}{l} v_i$ atau $x = \frac{v_o}{v_i} l$



Gambar 4.13 potensiometer tahanan geser.

Tahanan geser yang berbentuk lurus tidak fleksibel untuk dipakai karena jika nilai hambatan tahanan geser tinggi maka tahanan geser akan menjadi sangat panjang. Untuk mengatasi nilai hambatan tahanan geser tinggi maka diperoleh dengan mengubah bentuk tahanan geser lurus menjadi tahanan geser yang melingkar seperti Gambar xx.

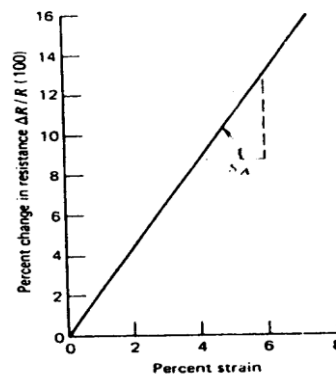


Gambar 4.15 potensiometer dengan pergeseran sudut

TAHANAN STRAIN GAUGE

Tahanan strain gauge adalah grid metal-foil yang tipis yang dilekatkan pada permukaan dari struktur. Apabila komponen atau struktur dibebani, terjadi strain dan ditransmisikan ke foil grid. Tahanan foil grid berubah sebanding dengan strain induksi beban.

Tahanan strain gauge pada umumnya adalah tipe metal-foil, dimana konfigurasi grid dibentuk oleh proses photoetching. Karena prosesnya sederhana, maka dapat dibuat bermacam macam ukuran gauge dan bentuk grid. Untuk macam gauge yang terpendek yang tersedia adalah 0,20 mm; yang terpanjang adalah 102 mm. Tahanan gauge standard adalah 120 dan 350 ohm, selain itu ada gauge untuk tujuan khusus tersedia dengan tahanan 500, 1000, dan 1000 ohm.



Gambar 4.16 Perubahan tahanan $\Delta R / R$ sebagai fungsi strain untuk alloy advance.

Strain gauge menunjukkan perubahan tahanan $\Delta R / R$ yang dihubungkan dengan strain ε dalam arah grid diekspresikan oleh

$$\frac{\Delta R}{R} = S_g \varepsilon$$

S_g adalah factor gauge atau konstanta kalibrasi untuk gauge. Factor S_g selalu lebih kecil dari sensitivitas alloy metallic S_A karena konfigurasi grid dari gauge dengan konduktor transverse lebih kecil responsifnya ke strain axial dari pada konduktor lurus uniform.

Keluaran gauge strain $\Delta R / R$ biasanya dikonversikan ke sinyal tegangan dengan jembatan wheatstone, seperti diilustrasikan dalam Gambar xxx. Apabila gauge tunggal dipakai dalam satu lengan, tegangan keluarannya adalah

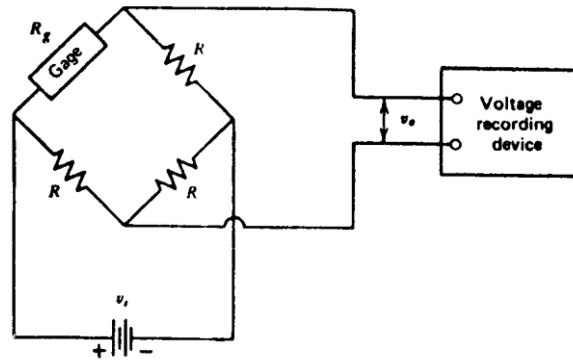
$$v_o = \frac{v_s}{4} \left(\frac{\Delta R}{R} \right)$$

Masukan persamaan xxx kedalam persamaan xxx memberikan

$$v_o = \frac{1}{4} v_g S_g \varepsilon$$

Tegangan masukan dikontrol oleh ukuran strain gauge dan tahanan awal gauge.

Hasilnya sensitivitas, $S = v_o / \varepsilon = v_g S_g / 4$, biasanya range dari 1 ke $10 \mu V(\mu m / m)$.



Gambar 4.17 Rangkaian jembatan wheatstone

Contoh soal:

Sebuah strain gauge memiliki tahanan dengan factor gauge sebesar 2 diikat ke sebuah benda baja yang dipengaruhi oleh tegangan geser sebesar 1050 kg/cm^3 . Modulus elastisitas baja adalah kira-kira $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$. Hitunglah perubahan tahanan ΔR dari elemen strain gauge yang disebabkan oleh tegangan geser yang dikenakan.

Penyelesaian:

Hukum Hooke pada persamaan (xxx) memberikan :

$$\sigma = \frac{\Delta l}{l} = \frac{s}{E} = \frac{1050}{2,1 \times 10^6}$$

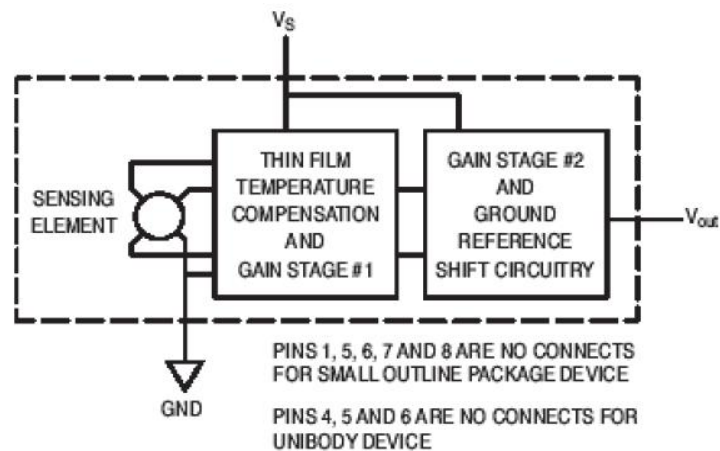
SENSOR TEKANAN (MPX4100)

MPX4100 adalah sebuah sensor tekanan yang sudah dilengkapi dengan rangkaian pengkondisi sinyal dan temperatur kalibrator yang membuat sensor ini stabil terhadap perubahan suhu. Untuk akurasi pengukuran sensor ini menggunakan teknik micro machine, thin film metalization dan proses bipolar semiconductor.



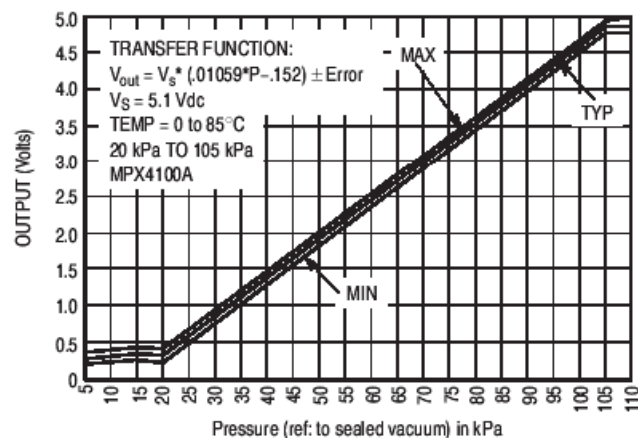
Gambar 4.18 MPX4100A

Dengan adanya rangkaian pengkondisi sinyal, sensor ini dapat terhubung langsung pada Analog to Digital Converter. Rangkaian pengkondisi sinyal menghasilkan tegangan analog dengan Skala Penuh (Full Scale) hingga 5 Volt.



Gamabar 4.19Blok diagram sensor tekanan

Sensor ini mempunyai kemampuan untuk mendeteksi tekanan 15 hingga 115 kilo Pascal dan bekerja berdasarkan perbedaan tekanan antara P1 dan P2. P1 atau Pressure Side terdiri dari fluorisilicone gel yang melindunginya dari benda-benda keras.



Gambar 4.20 Grafik Tekanan vs Tegangan Output

Gambar 4.20 menunjukkan perubahan tekanan terhadap tegangan output dari sensor di mana perubahan bergerak linear setelah 20 kPa. Tampak 3 buah garis pada grafik tersebut yang menunjukkan batas maksimum dan minimum error dari hasil pengukuran sensor. Sensor tekanan pada aplikasi robotik seringkali digunakan sebagai feedback mechanic di mana sistem mikrokontroler dapat mendeteksi kondisi mekanik pada saat itu. Contohnya untuk mendeteksi kuat lemah cengkeraman robot atau menghitung beban yang diletakkan pada robot.

1.1.1 PHOTO-TRANSISTOR

Photo transistor merupakan jenis transistor yang bias basisnya berupa cahaya infra merah. Besarnya arus yang mengalir di antara kolektor dan emitor sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima photo transistor tersebut. Simbol dari photo transistor ditunjukkan pada gambar 4.21 berikut.



Gambar 4.21 Simbol Photo transistor

Photo transistor sering digunakan sebagai saklar terkendali cahaya infra merah, yaitu memanfaatkan keadaan jenuh (*saturasi*) dan mati (*cut off*) dari photo transistor tersebut. Prinsip kerja photo transistor untuk menjadi saklar yaitu saat pada basis menerima cahaya infra merah maka photo transistor akan berada pada keadaan jenuh (*saturasi*) dan saat tidak menerima cahaya infra merah photo transistor berada dalam kondisi mati (*cut off*)

Struktur phototransistor mirip dengan transistor bipolar (bipolar junction transistor). Pada daerah basis dapat dimasuki sinar dari luar melalui suatu celah transparan dari luar kemasannya. Celah ini biasanya dilindungi oleh suatu lensa kecil yang memusatkan sinar di tepi sambungan basis emitor.

PRINSIP KERJA SENSOR FOTOTRANSISTOR

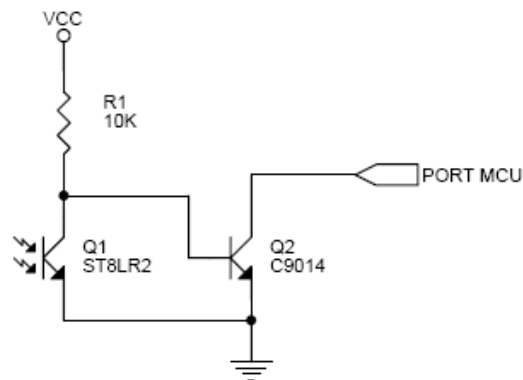
Sambungan antara basis dan kolektor, dioperasikan dalam catu balik dan berfungsi sebagai fotodiode yang merespon masuknya sinar dari luar. Bila tak ada sinar yang masuk, arus yang melalui sambungan catu balik sama dengan nol.

Jika sinar dari energi *photon* cukup dan mengenai sambungan catu balik, penambahan pasangan hole dan elektron akan terjadi dalam *depletion region*, menyebabkan sambungan menghantar. Jumlah pasangan hole dan elektron yang dibangkitkan dalam sambungan akan sebanding dengan intensitas sinar yang mengenainya. Sambungan antara basis emitor dapat dicatu maju, menyebabkan piranti ini dapat difungsikan sebagai transistor bipolar konvensional. Arus kolektor dari phototransistor diberikan oleh: terminal basis dari fototransistor tidak membutuhkan sambungan (*no connect*) untuk bekerja. Jika basis tidak disambung dan V_{CE} adalah positif, sambungan basis

$$I_C = \beta_1 I_1 + \beta_F I_B$$

kolektor akan berlaku sebagai fotodiode

yang dicatu balik. Gambar 4.22 memperagakan arus kolektor dapat mengalir sebagai tanggapan dari salah satu masukan, dengan arus basis atau masukan intensitas sinar L_1 .



Gambar 4.23 Rangkaian Sensor Infra dengan ST8LR2

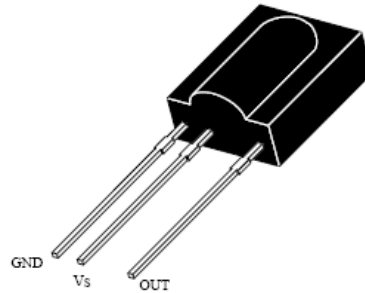
Komponen ini memiliki sifat yang sama dengan transistor yaitu menghasilkan kondisi cut off dan saturasi. Perbedaannya adalah, bilamana pada transistor kondisi cut off terjadi saat tidak ada arus yang mengalir melalui basis ke emitor dan kondisi saturasi terjadi saat ada arus mengalir melalui basis ke emitor maka pada phototransistor kondisi cut off terjadi saat tidak ada cahaya infrared yang diterima dan kondisi saturasi terjadi saat ada cahaya infrared yang diterima.

Kondisi cut off adalah kondisi di mana transistor berada dalam keadaan OFF sehingga arus dari collector tidak mengalir ke emitor. Pada rangkaian gambar 3.9, arus akan mengalir dan membias basis transistor Q2 C9014. Kondisi saturasi adalah kondisi di mana transistor berada dalam keadaan ON sehingga arus dari collector mengalir ke emitor dan menyebabkan transistor Q2 tidak mendapat bias atau OFF. Phototransistor ST8-LR2 memiliki sudut area 15 derajat dan lapisan pelindung biru yang melindungi sensor dari cahaya-cahaya liar. Pada phototransistor yang tidak dilengkapi dengan lapisan pelindung ini, cahaya-cahaya liar dapat menimbulkan indikasi-indikasi palsu yang dikirim ke CPU dan mengacaukan proses yang ada di sana.

Aplikasi komponen ini sebagai sensor peraba adalah digunakan bersama dengan LED Infrared yang dipancarkan ke permukaan tanah. Apabila permukaan tanah atau lantai berwarna terang, maka sinyal infrared akan dikembalikan ke sensor dan diterima oleh ST8-LR2. Namun bila permukaan tanah atau lantai berwarna gelap, maka sinyal infrared akan diserap dan hanya sedikit atau bahkan tidak ada yang kembali.

IR DETECTOR PHOTOMODULES

IR Detector Photomodules merupakan sebuah *chip* etector inframerah digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (*amplifier*). *IR Detector Photomodules* yang digunakan dalam perancangan robot ini adalah jenis TSOP (*TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules*). TSOP ini mempunyai berbagai macam tipe sesuai dengan frekuensi *carrier*-nya, yaitu antara 30 kHz sampai dengan 56 kHz. Tipe-tipe TSOP beserta frekuensi *carrier*-nya dapat dilihat pada lampiran *data sheet*.



Gambar 4.23 Bentuk dan Konfigurasi Pin TSOP

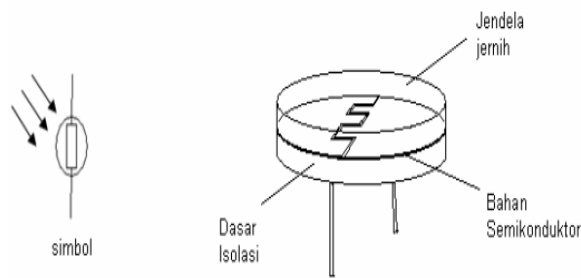
Sensor penerima inframerah TSOP memiliki fitur-fitur utama, seperti berikut.

1. fotodiode dan penguat dalam satu *chip*.
2. Keluaran aktif rendah.
3. Konsumsi daya rendah.
4. Mendukung logika TTL dan CMOS.

Penerima inframerah TSOP adalah penerima inframerah yang telah dilengkapi filter frekuensi 30-56 kHz, sehingga penerima langsung mengubah frekuensi tersebut menjadi logika 0 dan 1. Jika detektor inframerah (TSOP) menerima frekuensi *carrier* tersebut, maka pin keluarannya akan berlogika 0. Sebaliknya, jika tidak menerima frekuensi *carrier* tersebut, maka keluaran detektor inframerah (TSOP) akan berlogika 1.

SENSOR CAHAYA (LDR)

Sensor cahaya yang digunakan adalah LDR. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari *cadmium sulfida* yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai sekitar 10 M Ω , dan ditempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar 150 Ω . Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Simbol LDR dapat dilihat seperti pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Simbol LDR (Light Dependent Resistor)

SENSOR WARNA TCS230

Photodiode pada IC TCS230 disusun secara array 8x8 dengan konfigurasi: 16 photodiode untuk menfilter warna merah, 16 photodiode untuk memfilter warna hijau, 16 photodiode untuk memfilter warna biru, dan 16 photodiode tanpa filter. Kelompok photodiode mana yang akan dipakai bisa diatur melalui kaki elector S2 dan S3. Kombinasi fungsi dari S2 dan S3 bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1Tabel kombinasi fungsi dari S2 dan S3

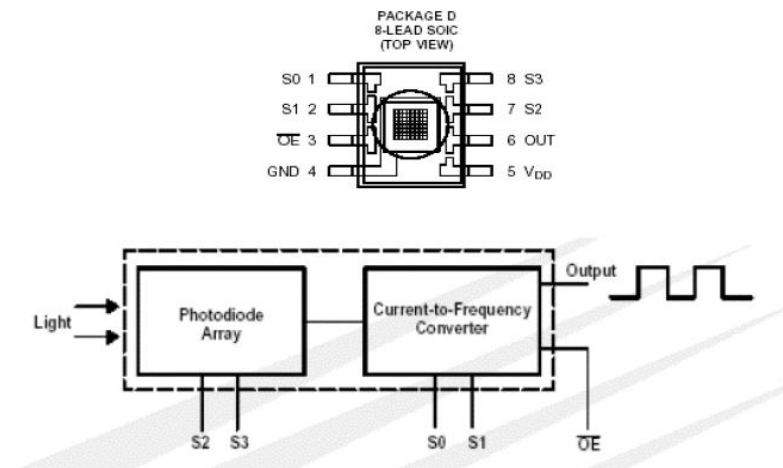
S2	S3	Photodiode yang aktif
0	0	Pemfilter Merah
0	1	Pemfilter Biru
1	0	Tanpa Filter
1	1	Pemfilter Hijau

Photodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus. Frekuensi Output ini bisa diskala dengan mengatur kaki selektor S0 dan S1. Penskalaan Output bisa dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Penskalaan Output

S0	S1	Skala frekuensi Output
0	0	Power Down
0.	1	2%
1	0	20%
1	1	100%

Dengan demikian, program yang kita perlukan untuk mendapatkan komposisi RGB adalah program penghitung frekuensi. Ada dua cara yang biasa dilakukan untuk menghitung frekuensi. **Cara pertama:** Kita buat sebuah timer berperiode 1 detik, dan selama periode itu kita hitung berapa kali terjadi gelombang kotak.



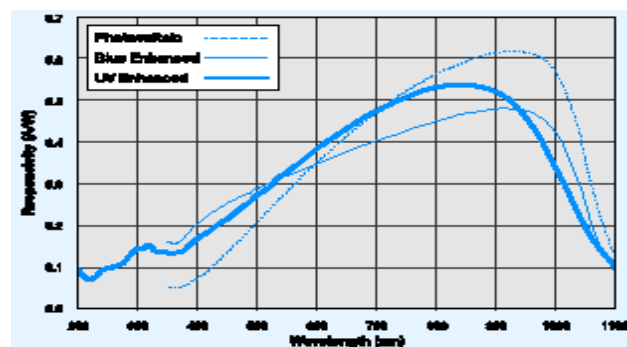
Gambar 4.25 Sensor Warna Tcs230

SENSOR PHOTODIODA

Sensor photodioda adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (*photodetector*). Jenis sensor peka cahaya lain yang sering digunakan adalah phototransistor.

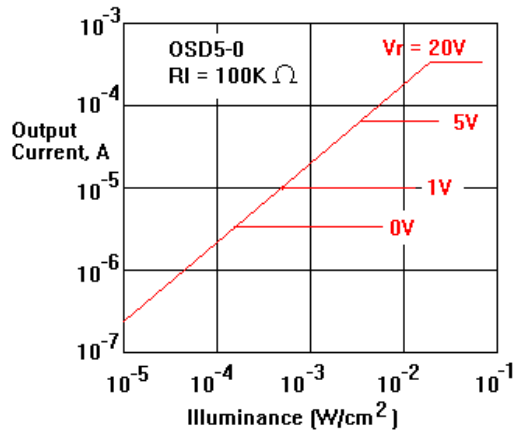
Photodioda akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap *power density* (D_p). Perbandingan antara arus keluaran dengan *power density* disebut sebagai *current responsivity*. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika photodioda tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur.

Tanggapan frekuensi sensor photodioda tidak luas. Dari rentang tanggapan itu, sensor photodioda memiliki tanggapan paling baik terhadap cahaya infra merah, tepatnya pada cahaya dengan panjang gelombang sekitar $0,9 \mu\text{m}$. Kurva tanggapan sensor photodioda ditunjukkan pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Kurva tanggapan frekuensi sensor photodioda

Hubungan antara keluaran sensor fotodioda dengan intensitas cahaya yang diterimanya ketika dipanjar mundur adalah membentuk suatu fungsi yang linier. Hubungan antara keluaran sensor photodioda dengan intensitas cahaya ditunjukkan pada gambar 4.27.



Gambar 4.27 Hubungan keluaran photodioda dengan intensitas cahaya

Penggunaan sensor photodioda sebagai pendeteksi keberadaan api didasarkan pada fakta bahwa pada nyala api juga terpancar cahaya infra merah. Hal ini tidak dapat dibuktikan dengan mata telanjang karena cahaya infra merah merupakan cahaya tidak tampak, namun keberadaan cahaya infra merah dapat dirasakan yaitu ketika ada rasa hangat atau panas dari nyala api yang sampai ke tubuh kita.

1.1.2 SENSOR SUHU THERMISTOR.

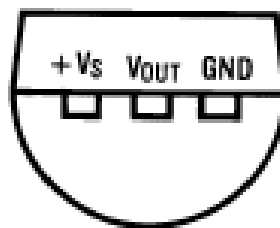
Thermistor merupakan salah satu jenis transducer yang mampu mengkonversi perubahan temperatur ke dalam bentuk sinyal listrik yang terukur. Thermistor terbuat dari bahan semikonduktor dan termasuk transducer pasif. Thermistor mempunyai dua jenis yaitu :

1. NTC, yaitu thermistor yang nilai resistansinya akan berkurang bila suhunya dinaikkan. Kenaikan suhu dan berkurangnya nilai resitansi tidak linear, yang mana merupakan kelemahan dari thermistor.
2. PTC, yaitu thermistor yang nilai resistansinya akan bertambah bila suhunya dinaikkan. Komponen ini banyak dipergunakan untuk mengendalikan atau membatasi arus listrik yang mengalir pada suatu beban. Karna jika arus yang mengalir naik, maka suhu PTC ini akan bertambah (memanas) yang berarti pula

meningkatnya hambatan PTC, sehingga dengan sendirinya arus-nya pun akan menurun kembali.

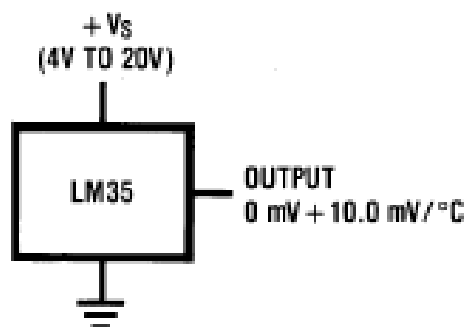
1.1.3 SENSOR LM35

IC LM35 adalah sensor suhu yang memberikan keluaran berupa perubahan tegangan, dengan nilai perubahan tegangan keluaran yang sebanding dengan perubahan suhu dalam derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$). setiap perubahan suhu 1°C akan memberikan perubahan tegangan keluaran 10mV. Sehingga pada suhu 0°C keluaran IC LM35 adalah 0 V dan pada perubahan suhu 100°C keluaran IC LM35 adalah 1 V. Dengan nilai perubahan suhu yang linier ini sensor suhu LM35 tidak memerlukan kalibrasi karena tegangan keluarannya telah sebanding dengan kenaikan suhu dalam skala derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$). Bentuk fisik dari sensor suhu LM35 seperti transistor kecil (TO 92) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.28 berikut.



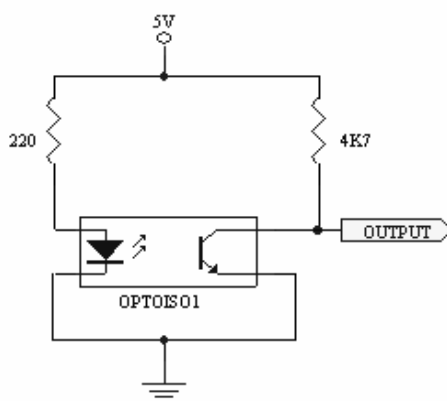
Gambar 4.28 Pandangan bawah sensor suhu LM35

Sensor suhu LM35 bekerja pada catu 4 V sampai 30 V DC. Keuntungan penggunaan sensor suhu LM35 adalah arus yang dibutuhkan kurang dari $60\text{ }\mu\text{A}$, sehingga borosan kalor internal sangat kecil dan panas internal yang dibangkitkan sangat kecil ($0,08^{\circ}\text{C}$). Keuntungan lain yang diperoleh dari sensor suhu LM35 adalah rentang pengukuran yang sangat luas dari -50°C sampai 150°C . Selain itu sensor suhu ini memiliki linieritas yang lebih baik dibandingkan dengan sensor suhu yang lain (PTC, NTC dan diode zener). Instalasi dari sensor suhu LM35 sangat ringkas seperti ditunjukkan pada Gambar 4.29 berikut.



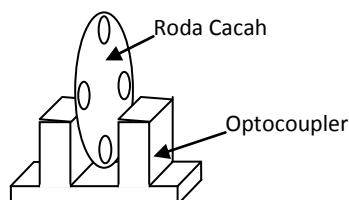
Gambar 4.29 Instalasi sensor suhu LM35

SENSOR Sensor putaran yang digunakan adalah optocoupler tipe “U” yang ditengahnya diletakan sebuah roda cacah. Optocoupler merupakan komponen optoisolator yang memiliki karakteristik penerima (photo transistor) akan mengalami perubahan logika bila terjadi perubahan intensitas cahaya yang dipancarkan oleh pemancar (LED infra merah) untuk penerima. Kecerahan led berbanding lurus dengan arus diodanya. Karena arus kolektor sebanding dengan tingkat kecerahan dari led maka dapat dikatakan bahwa arus dioda mengendalikan arus kolektor seperti transistor pada umumnya. Biasanya arus yang diperbolehkan mengalir pada infra merah adalah berkisar pada *15 hingga 25 miliamper*. Foto transistor merupakan jenis transistor yang peka terhadap cahaya infra merah.



Gambar 4.30 Blok Sensor Optocoupler

Roda cacah yang diletakan ditengah optocoupler tersebut berfungsi untuk mempengaruhi intensitas cahaya yang diberikan oleh LED pada optocoupler ke photo transistor yang akan memberikan perubahan level logika sesuai dengan putaran roda cacah. Kecepatan perubahan logika photo transistor akan sebanding dengan kecepatan putaran roda cacah. Konstruksi sensor putaran dapat dilihat pada Gambar 4.31 berikut.



Gambar 4.31 Konstruksi sensor putaran

Rotary encoder, atau disebut juga Shaft encoder, merupakan perangkat elektromekanikal yang digunakan untuk mengkonversi posisi anguler (sudut) dari shaft (lubang) atau roda ke dalam kode digital, menjadikannya semacam transduser. Perangkat

ini biasanya digunakan dalam bidang robotika, perangkat masukan komputer (seperti optomekanikal mouse dan trackball), serta digunakan dalam kendali putaran radar, dll.

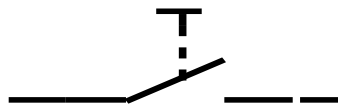
Terdapat dua tipe utama rotary encoder, yaitu tipe absolut dan tipe relatif. Rotary encoder, atau disebut juga Shaft encoder, merupakan perangkat elektromekanikal yang digunakan untuk mengkonversi posisi anguler (sudut) dari shaft (lubang) atau roda ke dalam kode digital, menjadikannya semacam transducer. Perangkat ini biasanya digunakan dalam bidang robotika, perangkat masukan komputer (seperti optomekanikal mouse dan trackball), serta digunakan dalam kendali putaran radar, dll. Terdapat dua tipe utama rotary encoder, yaitu tipe absolut dan tipe relatif.

SENSOR PERABA

Sensor peraba adalah sensor yang paling sederhana dari panca indra manusia. Seorang manusia yang tuna netra dan tuna rungu masih dapat mengandalkan sensor ini dalam mengenali obyek atau bergerak melewati halangan. Demikian pula pada sebuah robot yang tidak dilengkapi dengan sensor suara ataupun sensor penglihatan, sensor peraba sangat diperlukan terutama untuk robot-robot kategori automatic robot.

LIMIT SWITCH

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutuskan saat katup tidak ditekan. Simbol *limit switch* ditunjukkan pada Gambar 4.32 berikut.



Gambar 4.32 Simbol *limit Switch*

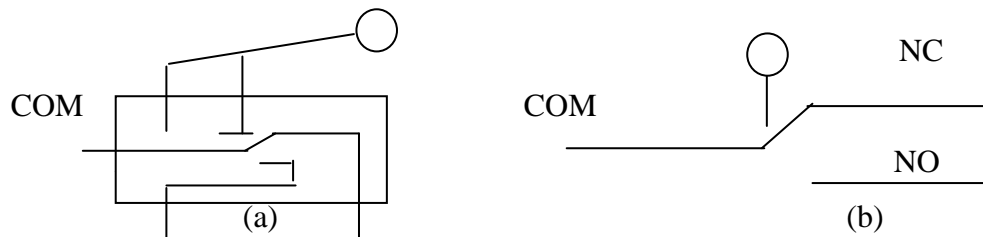
Limit switch termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanis pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak.

Limit switch umumnya digunakan untuk :

- a. Memutuskan dan menghubungkan rangkaian dari jarak jauh
- b. Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil

Prinsip kerja limit switch diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut.

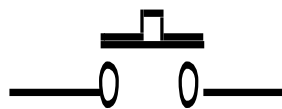
Limit switch memiliki 2 kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Konstruksi dan simbol limit switch dapat dilihat seperti Gambar 4.33 di bawah.



Gambar 4.33 (a) Konstruksi Fisik Limit Switch (b) Simbol Limit switch

SAKLAR *PUSH ON*

Saklar merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika. Salah satu jenis saklar adalah saklar *Push ON* yaitu saklar yang hanya akan menghubungkan dua titik atau lebih pada saat tombolnya ditekan dan pada saat tombolnya tidak ditekan maka akan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika. Simbol saklar *Push ON* ditunjukkan pada Gambar 4.34 berikut.



Gambar 4.34 Simbol saklar *Push ON*

Soal:

1. Gambarkan blok diagram close loop control system dan jelaskan prinsip kerja sistem
2. Jelaskan kelemahan sistem kendali terbuka (open loop control).
3. Jelaskan jenis-jenis sensor yang digunakan pada sistem otomasi berdasarkan sinyal yang dihasilkan

Pembahasan

1.

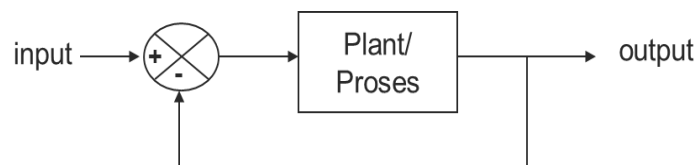


Diagram blok close loop control system

Input berupa sinyal masuk menuju error detector sebagai pembanding, kemudian masuk ke dalam proses dan keluar melalui output, tetapi sebelumnya sinyal yang keluar dari proses kembali lagi menuju error detector (feedback).

2. Kelemahan sistem kendali ini adalah jika ada gangguan, maka sistem kendali loop terbuka tidak dapat melaksanakan tugas seperti yang diharapkan. Sistem kendali loop terbuka dapat digunakan hanya jika hubungan antara masukan dan keluaran diketahui dan tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal.

1. Sensor diskrit. Tegangan diskrit mempunyai keluaran tegangan low dan high. Sensor diskrit digunakan untuk menterjemahkan dua kondisi fenomena fisis yang kontras ke dalam kode biner.
2. Sensor digital. Digital sensor memiliki data keluaran dalam bentuk biner (digital) sehingga langsung dapat dihubungkan pada sistem BUS yang terdapat di PLC. Sensor digital mempunyai keluaran serial dan paralel.
3. Sensor Analog. Sensor analog atau sensor kontinyu bekerja dengan cara mengubah fenomena fisis ke besaran listrik yang dapat diukur, dalam bentuk arus, tegangan.

Programmable Logic Controller (PLC)

POKO BAHASAN

- A. Konsep dan bahagian-bahagian hardware PLC
- B. Software pemrograman PL

TUJUAN BELAJAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dan bahagian-bahagian hardware serta software PLC

A. Konsep dan bahagian-bahagian hardware PLC

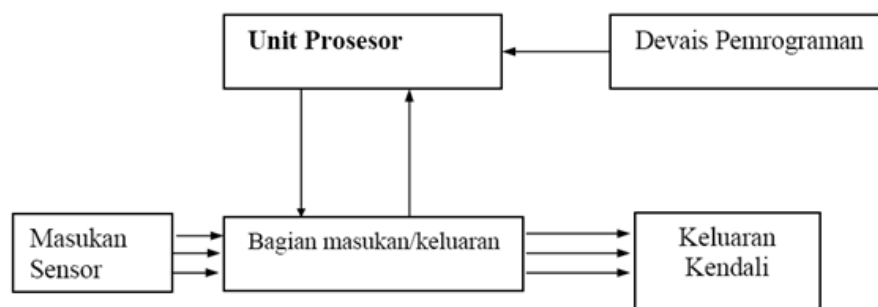
Programmable Logic Controller (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam.

Definisi program logic controller menurut capiel(1982) adalah

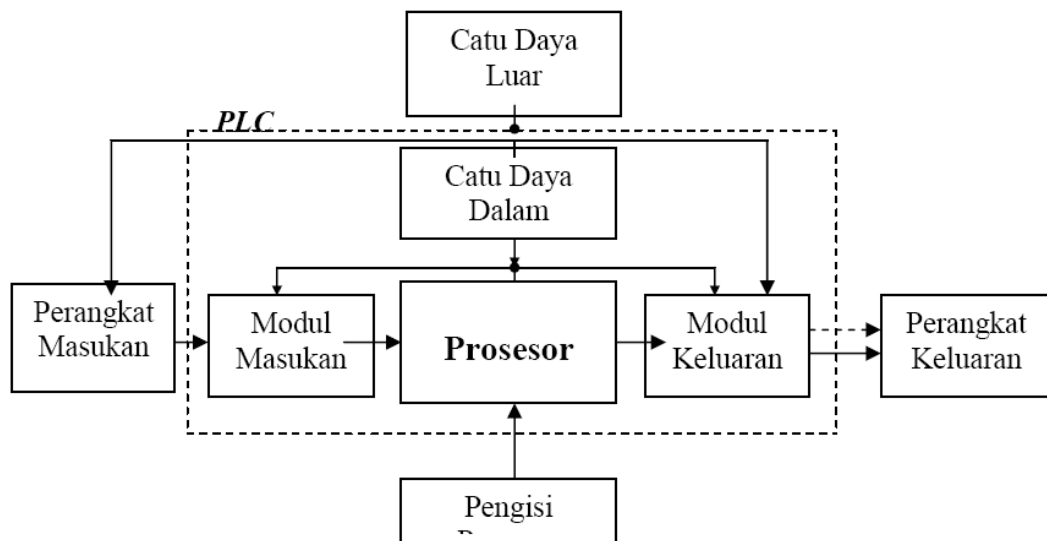
Sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat di program untuk penyimpanan secara internal intruksi-intruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan,perwaktuan, untuk mengontrol mesin melalui modul-modul I/O maupun analog.

SISTEM PLC

Sistem PLC memiliki tiga komponen utama yaitu unit prosesor, bagian masukan/keluaran, dan perangkat pemrograman. Fungsi kerja dari ketiga komponen tersebut digambar secara diagram pada gambar berikut



Gambar 5.1 komponen utama plc



Gambar 5.2 Blok diagram modul PLC

Urutan kerja dari gambar diagram blok diatas dimulai dari perangkat masukan yang akan memberikan sinyal pada modul masukan. Sinyal tersebut diteruskan ke prosesor dan akan diolah sesuai dengan program dibuat. Sinyal dari prosesor kemudian diberikan ke modul keluaran untuk mengaktifkan perangkat keluaran

MODUL MASUKAN

Modul masukan adalah bagian dari sistem PLC yang berfungsi memproses sinyal dari perangkat masukan yang kemudian memberikan sinyal tersebut ke prosesor PROSESESOR

Prosesor adalah bagian dari Central Processing Unit (CPU) dari PLC yang akan menerima, menganalisa, memproses dan memberikan informasi kemodul keluaran.

PERANGKAT KELUARAN

Perangkat keluaran adalah komponen-komponen yang memerlukan sinyal untuk mengaktifkan komponen tersebut.

CATU DAYA

Sistem PLC memiliki dua macam catu daya dibedakan berdasarkan fungsi dan operasinya yaitu catu daya dalam dan catu daya luar. Catu daya dalam merupakan bagian dari unit PLC itu sendiri sedangkan catu daya luar yang memberikan catu daya pada keseluruhan bagian dari sistem termasuk didalamnya untuk memberikan

catu daya pada catu daya dalam dari PLC. Catu daya dalam akan mengaktifkan proses kerja pada PLC. Besarnya tegangan catu daya yang dipakai disesuaikan dengan karakteristik PLC. Bagian catu daya dalam pada PLC sama dengan bagian-bagian yang lain dimana terdapat langsung pada satu unit PLC atau terpisah dengan bagian yang lain. Catu daya dalam PLC adalah menggunakan.

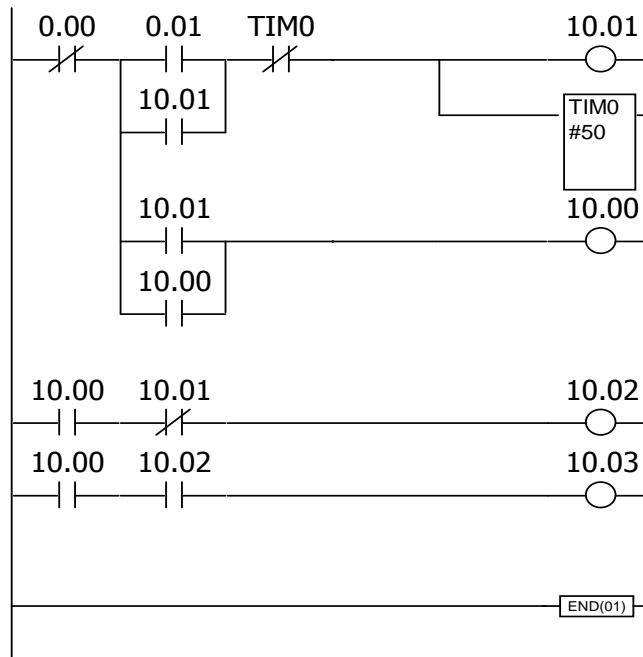
Di PLC dikenal 2 sinyal yaitu: sinyal diskrit dan analog. Sinyal Discrete adalah sinyal yang menghasilkan 2 sinyal yakni 0 dan 1, sedang sinyal analog adalah sinyal yang menghasilkan range tertentu seperti 0, 1, 2, 3, 4, ...dst.

B. Software Pemrograman PLC

Program PLC dapat dibuat dengan menggunakan beberapa cara yang disebut bahasa pemrograman. Bentuk program berbeda-beda sesuai dengan bahasa pemrograman yang digunakan. Bahasa pemrograman tersebut antara lain: diagram ladder, kode mneumonik, diagram blok fungsi, dan teks terstruktur. Beberapa merk PLC hanya mengembangkan program diagram ladder dan kode mneumonik.

Diagram Ladder

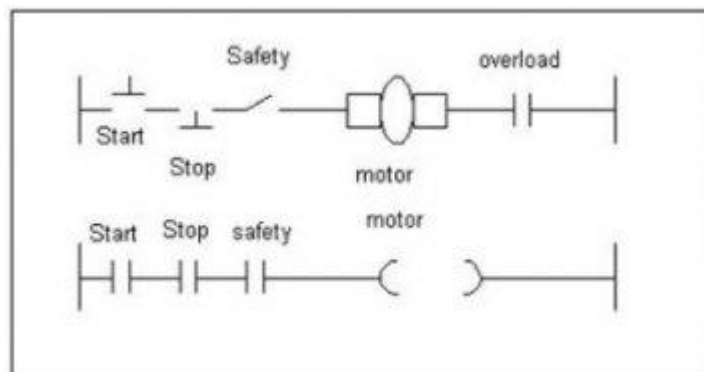
Diagram ladder terdiri atas sebuah garis vertikal di sebelah kiri yang disebut bus bar, dengan garis bercabang ke kanan yang disebut rung. Sepanjang garis instruksi, ditempatkan kontak-kontak yang mengendalikan/mengkondisikan instruksi lain di sebelah kanan. Kombinasi logika kontak-kontak ini menentukan kapan dan bagaimana instruksi di sebelah kanan dieksekusi. Contoh diagram ladder ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Terlihat dari gambar di atas bahwa garis instruksi dapat bercabang kemudian menyatu kembali. Sepasang garis vertikal disebut kontak (kondisi). Ada dua kontak, yaitu kontak NO (Normally Open) yang digambar tanpa garis diagonal dan kontak NC (Normally Closed) yang digambar dengan garis diagonal. Angka di atas kontak menunjukkan bit operand.

Prinsip-prinsip Ladder Diagram PLC

Motor dihubungkan ke sumber daya melalui 3 saklar yang dirangkai secara seri ditambah saklar over load sebagai pengaman. Motor akan menyala bila seluruh saklar dalam kondisi menutup.



Kesimpulan :

1. Ladder diagram tersusun dari dua garis vertical yang mewakili rel daya
2. Diantara garis vertikal tersebut disusun garis horizontal yang disebut rung (anak tangga) yang berfungsi untuk menempatkan komponen kontrol sistem.

Aturan-Aturan Dalam Ladder Diagram

Dalam menggambarkan sebuah ladder diagram, diterapkan konvensi- konvensi tertentu:

- A. Garis- garis vertikal diagram mempresentasikan rel- rel daya, di mana diantara keduanya komponen- komponen rangkaian tersambung.
- B. Tiap- tiap anak tangga mendefinisikan sebuah operasi di dalam proses kontrol.
- C. Sebuah diagram tangga dibaca dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah. Anak tangga teratas dibaca dari kiri ke kanan. Berikutnya anak tangga kedua dibaca dari kiri ke kanan dan demikian seterusnya. Ketika PLC berada dalam keadaan bekerja, PLC membaca seluruh program tangga dari awal sampai akhir, anak tangga terakhir ditandai dengan jelas, kemudian memulai lagi dari awal.
- D. Tiap- tiap anak tangga harus dimulai dengan sebuah input atau sejumlah input dan harus berakhir dengan setidaknya sebuah output. Istilah input digunakan bagi sebuah langkah kontrol, seperti misalnya menutup kontak sebuah saklar, yang berperan sebagai sebuah input ke PLC. Istilah output digunakan untuk perangkat yang tersambung ke output sebuah PLC.
- E. Perangkat- perangkat listrik ditampilkan dalam kondisi normalnya. Dengan demikian, sebuah saklar yang dalam keadaan normalnya terbuka hingga suatu objek menutupnya, diperlihatkan pada diagram tangga. Sebuah saklar yang dalam keadaan normalnya tertutup diperlihatkan tertutup.
- F. Sebuah perangkat tertentu dapat digambarkan pada lebih dari satu anak tangga. Sebagai contoh, kita dapat memiliki sebuah relay yang menyalakan satu buah perangkat listrik atau lebih. Huruf- huruf dan nomor dipergunakan untuk

memberi label bagi perangkat tersebut pada riap- tiap situai kontrol yang dihadapinya.

G. Input- input dan output- output seluruhnya diidentifikasi melalui alamat-alamatnya. Alamat ini mengindikasikan lokasi input atau output di dalam memori PLC.

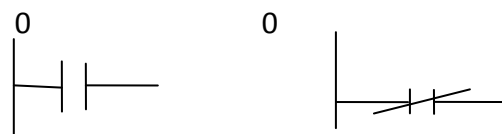
5.4 Instruksi Diagram Ladder

Instruksi diagram ladder adalah instruksi sisi kiri yang mengkondisikan instruksi lain di sisi kanan. Pada program diagram ladder instruksi ini disimbolkan dengan kontak-kontak seperti pada rangkaian kendali elektromagnet.

Instruksi diagram ladder terdiri atas enam instruksi ladder dan dua instruksi blok logika. Instruksi blok logika adalah instruksi yang digunakan untuk menghubungkan bagian yang lebih kompleks.

Instruksi LOD dimulai dengan barisan logic yang dapat diteruskan menjadi ladder diagram rung. Instruksi LOD digunakan setiap kali rung baru dimulai.

- Diagram Ladder (relay circuit)



- List Program

Address	Instruction Word	Data
0	LOD	0
1	-	-

List Program

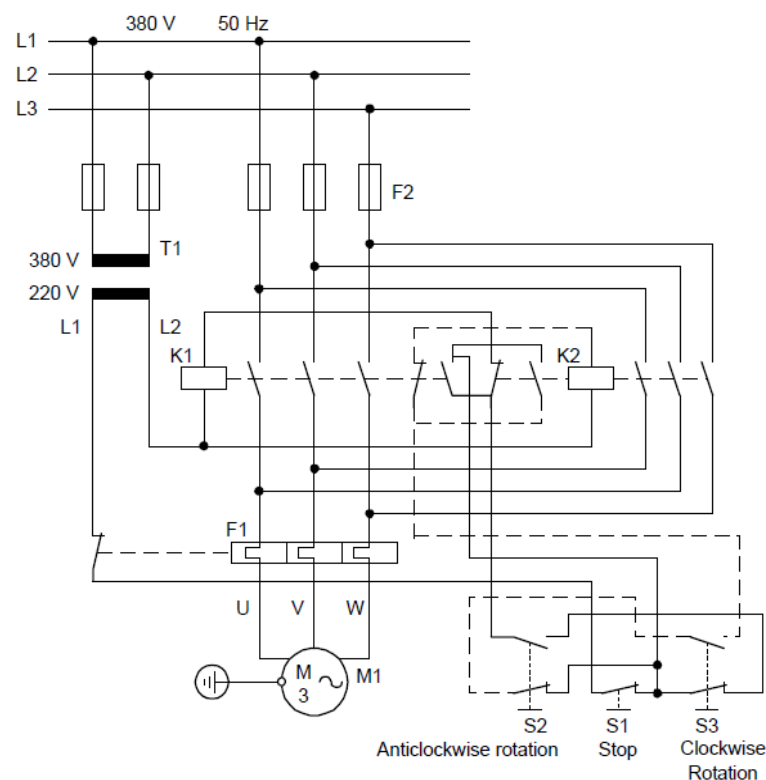
Address	Instruction Word	Data
0	LOD	1
1	AND	2
2	LOD	3
3	AND	4
4	OR LOD	

Diagram Rangkaian pada Rangkaian Listrik

Pada diagram rangkaian listrik digambarkan bagaimana ditempatkan perlengkapan dan juga alat listrik ditempatkan, dengan mempergunakan simbol yang telah ditetapkan/distandardisasikan. Diagram rangkaian ini merupakan dokumen yang sangat penting, yang dibutuhkan oleh bagian perawatan, untuk memperbaiki dan merawat sistem kontrol listrik. Ada beberapa cara untuk menampilkan/menggambarkan fungsi, operasi peralatan serta instalasi rangkaian.

Diagram Kabel (Wiring Diagram)

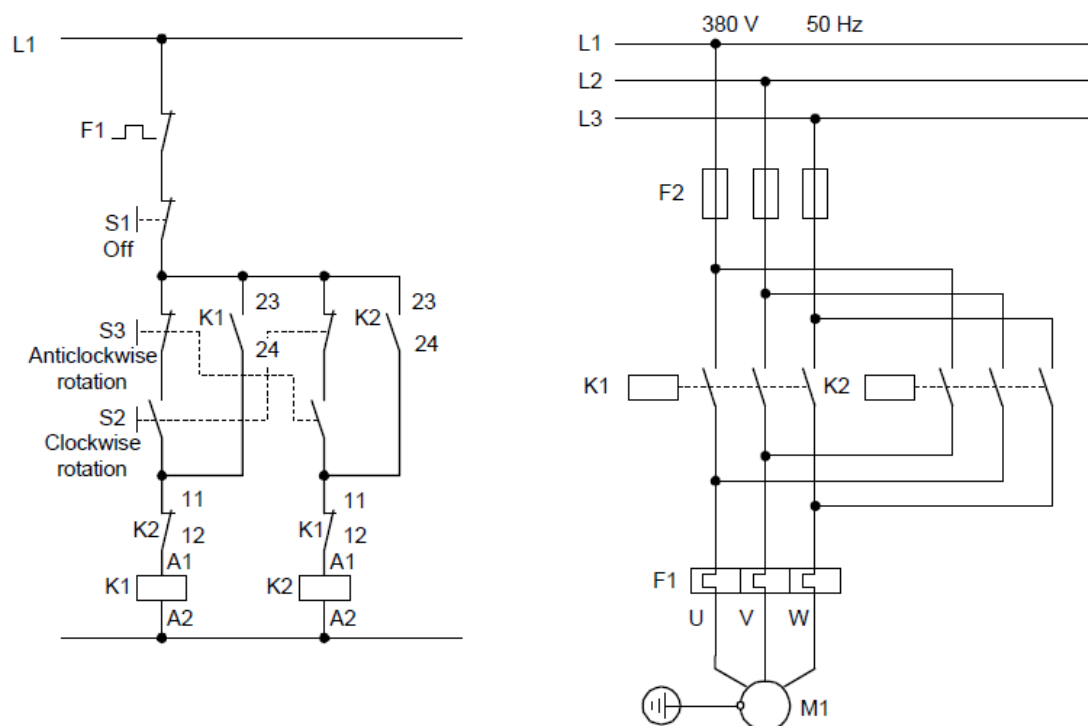
Pada sistem penunjukkan ini semua peralatan ditampilkan dalam satu gambar, baik itu rangkaian kontrol dan juga rangkaian utama, serta diatur berdasarkan sambungan jalur kabel. Sistem ini biasanya digunakan pada jaringan / rangkaian listrik pada kendaraan bermotor, mesin perkakas yang ringkas ataupun peralatan pabrik lainnya. Cara penggambarannya, penyimpanan peralatan yang digunakan bisa dimana saja, asalkan menyambungkan jaringan kabelnya betulbetul diperhatikan. Contoh gambar instalasi kabel:



Gambar 5.3 rangkaian instalasi

Diagram Rangkaian

Dibandingkan dengan penggambaran instalasi kabel, dimana penggambaran rangkaian kontrol dan utamanya dijadikan satu, maka pada penggambaran rangkaian secara skematis ini ditampilkan berdasarkan fungsinya. Dengan cara menggambarkan rangkaian kontrol dan rangkaian utama dipisahkan. Pada sistem ini penggambaran untuk sambungan (NC dan NO) relay untuk keperluan latching (mengunci sambungan) ataupun memutus sambungan akan digambarkan pada rangkaian kontrol. Penggambaran rangkaian secara skematis biasanya menggunakan garis lurus, dimana arus listrik mengalir dari atas ke bawah. Di bawah ini ditampilkan gambar dengan fungsi yang sama dengan penggambaran instalasi kabel.



Gambar 5.4 Instalasi kabel

Diagram Rangkaian Dasar

Pada tingkat tertentu, misalnya dalam penggambaran awal, penggambaran rangkaian ini tidak bisa langsung lengkap/komplit, melainkan dibuat dahulu sketsa fungsinya (pre-desain) dengan hanya menggambarkan hal yang penting-penting saja. Begitu pula untuk penunjukkan perlengkapannya hanya cukup dengan menunjukkan simbol huruf. Biasanya dalam penggambaran rangkaian dasar yang digambarkan hanya rangkaian utamanya saja.

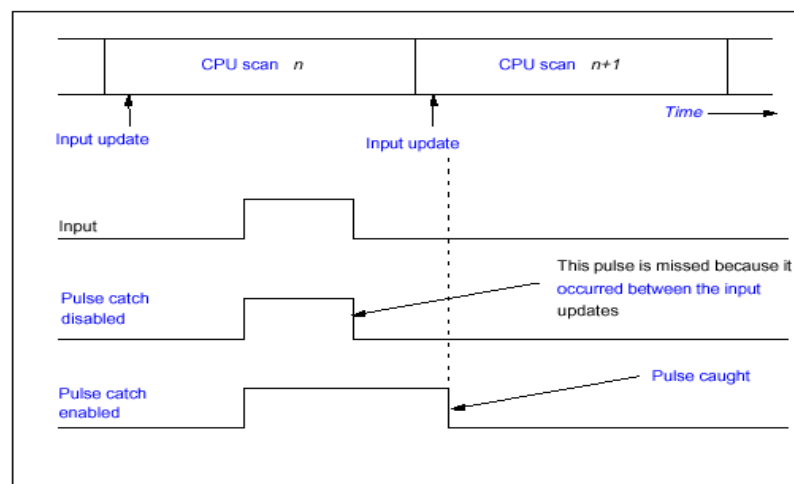
Contoh penggambaran Diagram Rangkaian Dasar:

Beberapa contoh aplikasi PLC seperti:

- Traffic light
- Lift
- Konveyor
- Sistem pengemasan barang
- Sistem perakitan peralatan elektronik
- Sistem pengamanan gedung
- Robot
- Pemrosesan makanan

Pendeteksi pulsa (Pulse Catch) (pada Siemens S7-200)

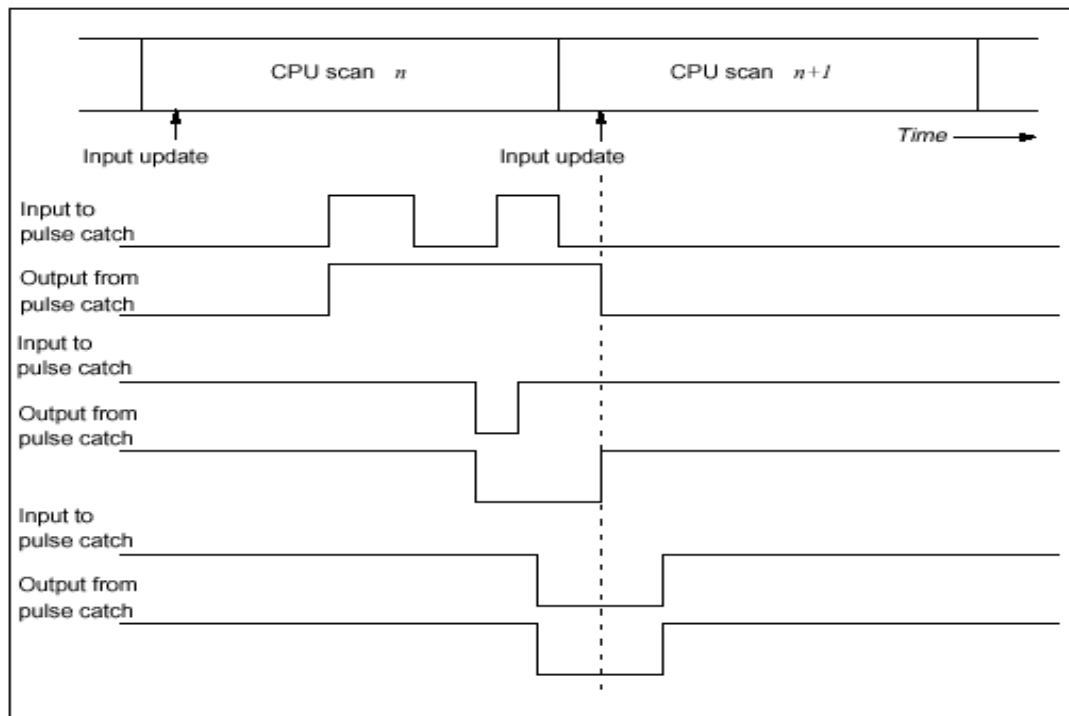
Pada suatu saat diperlukan input yang dapat mendeteksi pulsa digital yang mempunyai durasi sangat pendek atau lebih kecil dari waktu telusuran (scan cycle) dari CPU. Untuk itu diperlukan suatu fungsi khusus yang dapat mendeteksi transisi naik (positive going) atau transisi turun (negative going) dan mempertahankan nilai akhirnya sampai input yang bersangkutan dibaca oleh CPU. Fungsi ini disebut “pulse catch” dan dapat diaktifkan secara individual untuk tiap digital input.



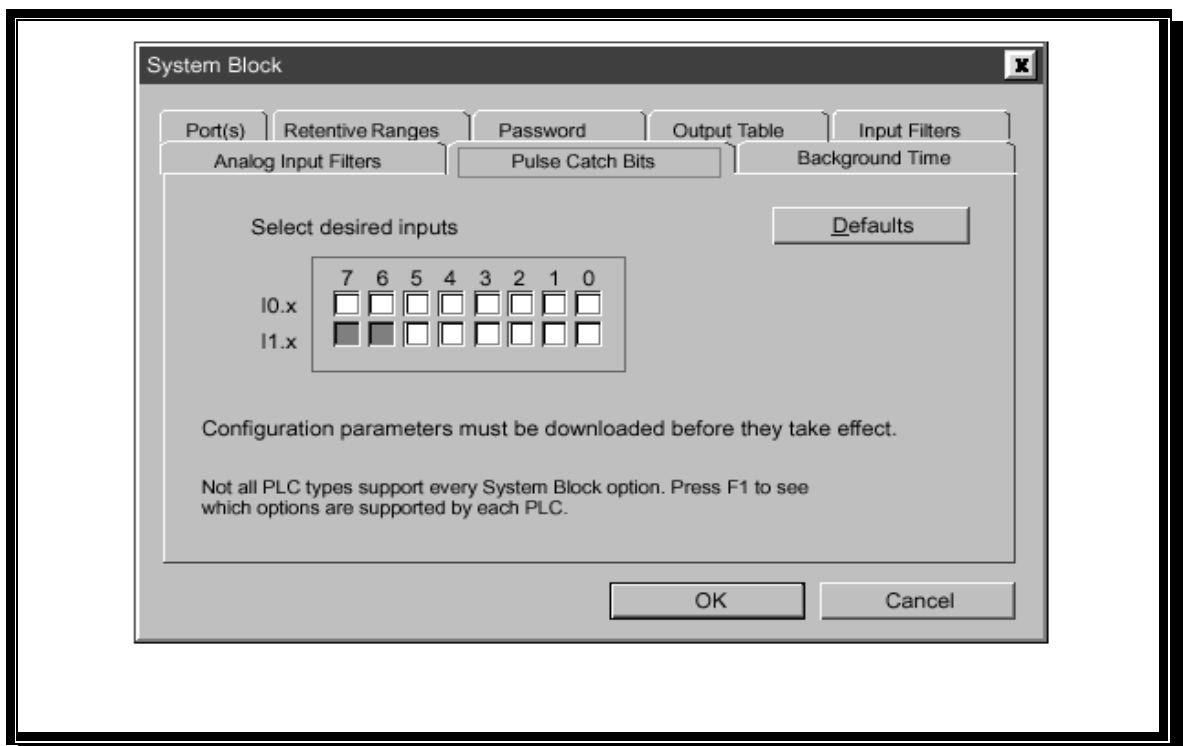
Gambar 5.5 Kondisi kerja dengan dan tanpa pendeteksi pulsa (pulse catch).

Sebagai catatan anda harus memperhatikan fungsi filter pada input yang sama. Pengaturan input filter ini tidak boleh menghilangkan pulsa yang akan dideteksi atau dengan kata lain pengaturan waktu input filter harus lebih kecil dari lebar pulsa

minimum yang akan dideteksi. Dalam blok diagram dibawah terlihat bahwa input filter akan memproses sinyal digital sebelum pendeteksi pulsa. Contoh praktis dari pemakaian pendeteksi pulsa ini dapat dilihat pada gambar berikut



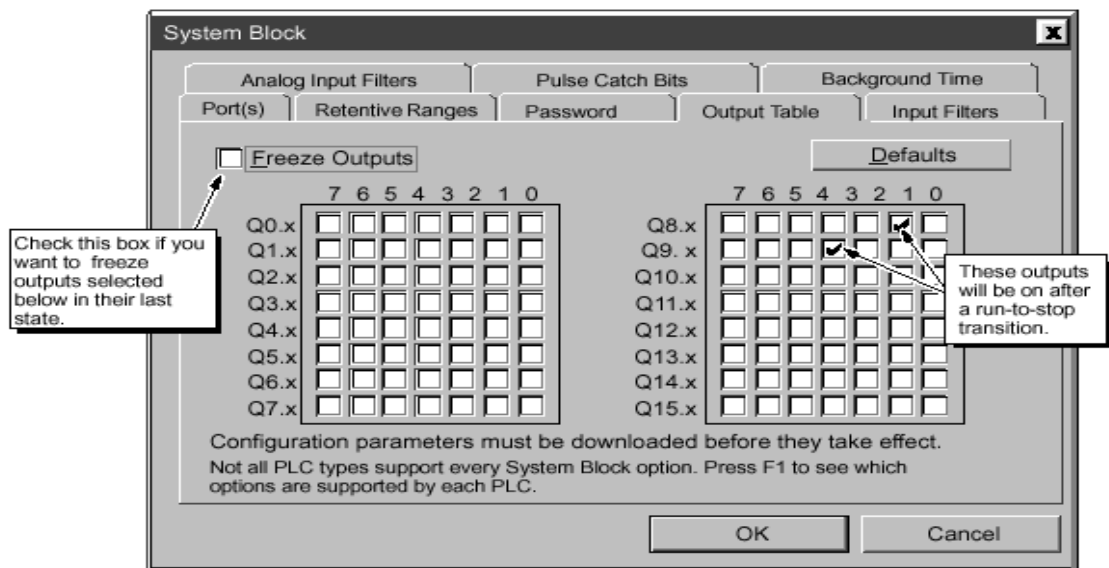
Gambar 5.6: Contoh pemakaian pendeteksi pulsa.



Gambar 5.7. Menu konfigurasi PLC siemens

Untuk mengaktifkan fungsi pendeteksi pulsa ini dapat dilakukan pada menu command View > System Block dan klik pada menu “Pulse Catch Bits”.

Siemens S7-200 mempunyai kemampuan untuk mengatur status dari digital output setelah transisi CPU dari Run ke Stop. Status dari digital output akan tetap setelah CPU berhenti sesuai dengan konfigurasi yang ditentukan pada “output table”. Status output ini dapat dipilih untuk mengikuti status sebelumnya atau mengikuti tabel output (lihat gambar berikut).



Gambar 5.8 Menu konfigurasi status output

Instruksi Simatic dan IEC 1131-3 pada CPU S7-200

S7-200 CPU mempunyai kemampuan untuk menjalankan program dalam dua format instruksi yaitu instruksi Simatic dan instruksi IEC 1131-3. Instruksi Simatic dibuat secara khusus untuk dijalankan pada CPU PLC jenis Siemens S7-200. Instruksi Simatic ini tidak dapat dijalankan pada CPU dari jenis lain misalnya C200HX dari Omron Instruksi IEC merupakan instruksi yang dikembangkan oleh International Electrotechnical Commission dan instruksi ini mempunyai format standar yang dikenal oleh beragam jenis PLC. Kedua instruksi tersebut masing masing mempunyai keunggulan. Pilihlah yang dibuat mutlak tergantung kepada pembuat program. Meskipun demikian, dibawah ini disebutkan hal-hal yang patut dijadikan pertimbangan untuk memilih jenis instruksi diatas.

Simatic

- Instruksi Simatic biasanya mempunyai waktu eksekusi yang tersingkat

- Ada tiga jenis editor yang bisa digunakan dalam instruksi Simatic yaitu (LAD, STL, dan FBD)

IEC 1131-3

- Biasanya lebih mudah belajar membuat program untuk berbagai jenis PLC.
- Instruksi yang dipakai lebih sedikit sehingga lebih mudah mempelajarinya.
- Beberapa instruksi bekerja berlainan dengan instruksi yang sama pada Simatic.
- Instruksinya kemungkinan mempunyai waktu eksekusi yang lebih lama.
- Instruksi ini hanya bisa digunakan dengan editor LAD dan FBD
- IEC 1131-3 memberikan spesifikasi bahwa variabel-variabel harus dideklarasikan dengan jenis dan sistem pengecekan dari tipe datanya.

5. Tipe Data Variabel pada Simatic dan IEC 1131-3

Setiap instruksi Simatic dan IEC 1131-3 atau parameter subrutin diidentifikasi oleh definisi yang baku yang disebut “signature”. Untuk semua instruksi standar, jenis data yang diijinkan untuk setiap operand instruksi diambil dari “signature”. Untuk parameter subrutin, subrutin signature-nya dibuat oleh pemakai melalui tabel variabel lokal. Lihat contoh tipe data “elementary” dan “complex” pada tabel : berikut ini.

Tabel 5.9 Tipe data elementary

Elementary Data Types	Data Type Size	Description	Data Range
BOOL (1 bit)	1 bit	Boolean	0 to 1
BYTE (8 bits)	8 bits	Unsigned byte	0 to 255
WORD (16 bits)	16 bits	Unsigned integer	0 to 65,535
INT (16 bits)	16 bits	Signed integer	-32768 to +32767
DWORD (32 bits)	32 bits	Unsigned double integer	0 to $2^{32} - 1$
DINT (32 bits)	32 bits	Signed double integer	-2^{31} to $+2^{31} - 1$
REAL (32 bits)	32 bits	IEEE 32-bit floating point	-10^{38} to $+10^{38}$

Step 7-Micro/Win32 yang merupakan editor bagi CPU S7-200 melakukan pengecekan data yang disebut “simple data checking” dan “no data checking” untuk instruksi simatic, dan menerapkan “strong data checking” untuk instruksi IEC 1131-3. Keunggulan dari “data type checking” adalah ia akan menghindari terjadinya kesalahan tipe data pada waktu pembuatan program. Sebagai contoh hubungan matematis perbandingan < 1 adalah suatu instruksi bertanda (“signed”). -1 adalah lebih

kecil dari 0 untuk tipe data bertanda. Tetapi jika instruksi <1 digunakan dalam tipe data tak-bertanda (“unsigned”) maka 40000 bisa menjadi lebih kecil dari 0 untuk sebuah instruksi $a < 1$. Kita harus memastikan penggunaan nomor unsigned untuk instruksi signed tidak melebihi batasan positif atau negatif. Kesalahan penggunaan tipe data ini bisa berakibat terjadinya hasil yang tidak diharapkan pada sistem kerja PLC atau mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja. Sistem kerja dari PLC yang tidak dapat diperkirakan dapat menimbulkan kematian atau luka yang serius pada operator, dan/atau kerusakan peralatan yang berat.

Kesimpulannya, dalam mode editor untuk instruksi IEC 1131-3, “strong data checking” menolong anda untuk mengidentifikasi kesalahan-kesalahan tersebut selama proses kompilasi, yaitu dengan menghasilkan kode-kode kesalahan untuk tipe-tipe data yang tidak diijinkan untuk instruksi tersebut. Kemampuan untuk melakukan pendeteksian atau pemeriksaan kesalahan jenis ini tidak terdapat pada editor untuk instruksi SIMATIC.

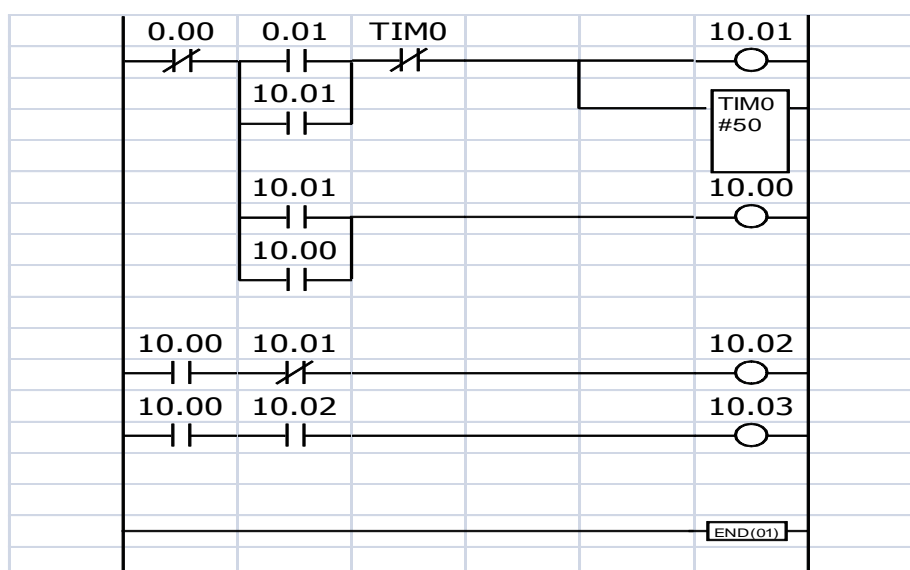
Karena mode pemrograman IEC 1131-3 adalah “strongly data type” dan SIMATIC adalah bukan “strongly data type”, maka tidak diijinkan untuk melakukan pemindahan program antar kedua bahasa ini.

Soal

1. Jelaskan fungsi bahagian-bahagian yang terdapat dalam sistem PLC.
2. Jelaskan sistem kendali apa saja yang dapat dikendalikan dengan menggunakan PLC
3. Tuliskan sebuah program LADDER PLC untuk pengendali star delta sebuah motor kistrik

Pembahasan

1. Sistem PLC memiliki tiga komponen utama yaitu unit prosesor, bagian masukan/keluaran, dan perangkat pemrograman. perangkat masukan yang akan memberikan sinyal pada modul masukan. Sinyal tersebut diteruskan ke prosesor dan akan diolah sesuai dengan program dibuat. Sinyal dari prosesor kemudian diberikan ke modul keluaran untuk mengaktifkan perangkat keluaran. Prosesor adalah bagian dari Central Processing Unit (CPU) dari PLC yang akan menerima, menganalisa, memproses dan memberikan informasi ke modul keluaran. Perangkat keluaran adalah komponen-komponen yang memerlukan sinyal untuk mengaktifkan komponen tersebut.
2. Kendali mesin listrik pada industri proses. kendali lampu lalu lintas. Kendali belt conveyor. Kendali proses pada fermentasi. sistem kendali terpusat pada sistem scada
- 3.



BAB VI

Robotika

POKO BAHASAN

- A. Konsep Robot
- B. Jenis-jenis Robot

TUJUAN BELAJAR:

Mahasiswa dapat memahami tentang konsep, bahagian-bahagian dan jenis robot.

A. Konsep Robot

Pertama kali kata “ROBOT” digunakan di New York pada Oktober 1922 pada sebuah pentas theater yang berjudul “RVR”, dinaskahi oleh Karel Caper. Kata **Robot** itu sendiri berasal dari sebuah kata **robota** yang berarti kerja.

Tahun 1956, UNIMATION memulai bisnis robot dan baru pada tahun 1972 mendapatkan laba dari usahanya tersebut. Istilah *robot* makin populer setelah ada film Starwars dan Robot R2D2 yaitu sekitar tahun 70-an.

Definisi Robot & Robotik

Banyak terdapat tanggapan mengenai konsep robot, dimana robot diandalkan sebagai tiruan manusia. Karena itu dicoba dibuat sebuah definisi untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Definisi yang paling dapat diterima adalah dari “Robot Institute Of America”.

“Sebuah robot adalah sesuatu yang dapat di program dan diprogram ulang, dengan memiliki manipulator mekanik / penggerak yang didisain untuk memindahkan barang-barang, komponen-komponen atau alat-alat khusus dengan berbagai program yang fleksibel / mudah disesuaikan untuk melaksanakan berbagai macam tugas”

Dari definisi tersebut dapat dikatakan robot sebagai automasi yang dapat diprogram (Programmable Automation).

Sedangkan istilah Robotik Berdasarkan Webster adalah : "Teknologi yang berhubungan dengan mendesain, membuat, dan mengoperasikan robot." Robotik ruang lingkupnya mencakup artificial intelegen, ilmu komputer, engineering mekanik, Psikologi,

Anatomi, and bidang ilmu lainnya. Kata Robotik sendiri pertama kali digunakan oleh Issac Asimov pada tahun 1942.

Komponen Dasar Sebuah Robot

1. Manipulator

- Mekanik
- Penyangga gerakan (appendage)
- Base (pondasi / landasan robot)

2. Controler

Adalah jantung dari robot untuk mengontrol (MP, RAM, ROM, Sensor dll).

3. Power Supply

Sumber tenaga yang dibutuhkan oleh robot, dapat berupa energi listrik, energi tekanan cairan (hidrolik), atau energi tekanan udara (Pneumatik).

4. End Effector

Untuk memenuhi kebutuhan dari tugas robot atau sipemakai.

Tingkat Teknologi Robot

1. Robot teknologi rendah

2. Robot teknologi menengah

3. Robot teknologi tinggi

1. Robot teknologi rendah

Robot teknologi rendah digunakan dalam lingkungan industri untuk pekerjaan seperti mesin pemasang & pelepas, penanganan material, operasi pengepressan dan operasi perakitan sederhana.

Karakteristik Robot teknologi rendah :

Siku, memiliki 2 sampai dengan 4 pergerakan siku dan biasanya robot teknologi rendah merupakan robot non servo.

Beban kerja, beban kerja untuk jenis robot teknologi rendah berkisar 3 sampai dengan 13,6 kg.

Waktu siklus, adalah waktu yang perlukan sebuah robot untuk bergerak dari satu posisi ke posisi berikutnya. Dimana waktu siklus ini tergtung atas 2 faktor yaitu : beban kerja dan panjang lengan manipulator. Robot teknologi rendah biasanya memiliki waktu siklus yang cukup tinggi yaitu : 5 sampai dengan 10 Sekon.

Ketelitian, adalah seberapa dekat sebuah robot dapat menggerakkan manipulatornya sesuai dengan titik yang telah diprogramkannya. Erat hubungannya dengan ketelitian yaitu keseragaman. Keseragaman menggambarkan seberapa sering sebuah robot melakukan program yang sama, mengulangi gerakannya pada titik yang telah diberikan. Baik ketelitian dan keseragaman sangat penting dalam sistem operasi berbagai robot. Untuk robot teknologi rendah ketelitiannya berkisar 0,050 sampai dengan 0,025 mm. Aktuasi, adalah metode pergerakan siku suatu robot. Aktuasi dapat dicapai dengan menggunakan pneumatic, hidrolik, maupun elektrik. Untuk robot yang berteknologi rendah biasanya menggunakan motor listrik karena harganya murah dan operasinya mudah dikendalikan.

2. Robot teknologi menengah

Robot teknologi menengah umumnya digunakan untuk pekerjaan mengambil dan meletakkan dan mesin pemasang & pelepas. Robot teknologi menengah memiliki kerumitan yang lebih tinggi. Karakteristik Robot teknologi menengah : Siku, Robot teknologi menengah memiliki jumlah siku yang lebih banyak dibandingkan dengan robot teknologi rendah dan memiliki baterai kerja yang lebih besar. Lengan robot ini juga memiliki kekuatan manuver yang lebih untuk memanipulasi. Siku Robot teknologi menengah berjumlah 5 sampai dengan 6 pergerakan siku. Beban kerja, beban kerja untuk jenis robot teknologi menengah berkisar 68 sampai dengan 150 kg. Dengan bertambahnya kemampuan beban kerja maka robot ini mampu menggantikan pekerja dalam situasi dimana mengangkat bagian yang berat secara konstan ketika diperlukan. Waktu siklus, Robot teknologi menengah memiliki waktu siklus yaitu : dalam pergerakan siku sepanjang 25 sampai dengan 65 dapat ditempuh dalam waktu 1,0 Sekon. Semakin tinggi kompleksitas pekerjaan dan makin berat beban kerja yang diberikan maka makin besar pula nilai waktu siklus yang diperoleh. Ketelitian, dengan bertambahnya jumlah siku akan juga berpengaruh dengan meningkatnya ketelitian. Untuk robot teknologi menengah ketelitiannya berkisar 0,2 sampai dengan 1,3 mm. Aktuasi, Untuk robot yang berteknologi menengah digerakkan oleh 2 tipe motor yaitu: listrik atau hidrolik. Alasan menggunakan 2 tipe motor karena beban kerja yang berat.

3. Robot teknologi tinggi

Robot teknologi rendah digunakan dalam lingkungan industri untuk pekerjaan yang kompleksitasnya tinggi. Karakteristik Robot teknologi tinggi: Siku, memiliki 8 sampai dengan 10 pergerakan siku dan biasanya robot teknologi tinggi memiliki jenis

pekerjaan yang kompleks dan manuver gerakan yang beragam. Beban kerja, beban kerja untuk jenis robot teknologi tinggi berkisar 150 sampai dengan 250 kg. Waktu siklus, karena bertambahnya gerakan dan kompleksitas kerja yang tinggi maka Waktu siklus untuk robot teknologi tinggi berkisar : 10 sampai dengan 25 Sekon. Ketelitian, dengan bertambahnya jumlah siku akan juga berpengaruh dengan meningkatnya ketelitian. Untuk robot teknologi tinggi ketelitiannya berkisar 1,5 sampai dengan 3,0 mm. Aktuasi, Untuk robot yang berteknologi tinggi biasanya digerakkan oleh 3 tipe aktuator motor yaitu: listrik, hidrolik dan pneumatik.

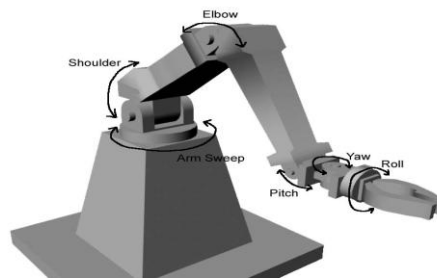
Geometri Robot dan Istilah-Istilahnya

Degrees Of Freedom (DOF) adalah setiap titik sumbu gerakan mekanik pada robot, tidak terhitung untuk End Effector.

Degrees Of Movement (DOM) adalah kebebasan / kemampuan untuk melakukan sebuah gerakan.

Sebagai contoh, robot dengan 6 derajat kebebasan :

1. Base Rotation (dudukan untuk berputar)
2. Shoulder Flex (lengan atas / pundak)
3. Elbow Flex (lengan bawah)
4. Wrist Pitch (pergelangan angguk)
5. Wrist Yaw (pergelangan sisi)
6. Wrist Roll (pergelangan putar)



Joint Dan Link

Joint memungkinkan terjadinya gerakan pada dua bagian tubuh robot, sedangkan Link menghubungkan tiap-tiap joint.

Tipe-tipe Joint

Linear Joint

Gerakan antara In & Out, link adalah gerakan linear (tipe L-Joint).

Orthogonal Joint: Ini juga Linear Joint. Tetapi antara In & Out, Link-nya saling tegak lurus (tipe O-Joint).

Rotational Joint: Merupakan penghubung dimana perputaran terjadi tegak lurus terhadap In & Out Link (tipe R-Joint).

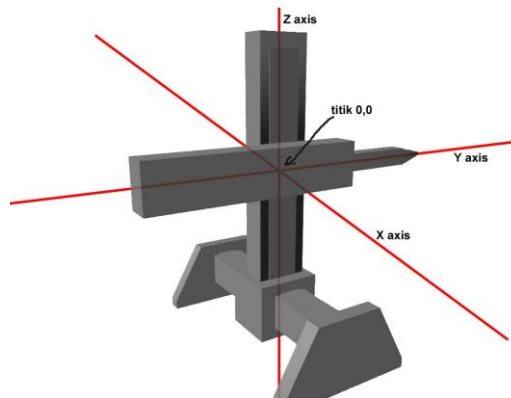
Twisting Joint. Mengakibatkan gerakan berputar, tapi putaran paralel dengan In & Out Link (tipe T-Joint). Revolving Joint Input Link, paralel dengan axis perputaran dari joint. Output tegak lurus dengan putaran.

Robot Konfigurasi

Dikarenakan robot mempunyai bermacam-macam bentuk dan ukuran, sehingga memiliki beragam kemampuan gerakan. Secara fisik, ada beberapa konfigurasi yang dapat dibentuk. Yaitu,

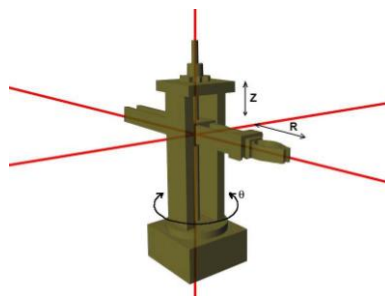
1. Konfigurasi Koordinat Kartesian

Sistem koordinat kartesian berbasis akan 3 sumbu atau bidang, yaitu sumbu x, y dan z.



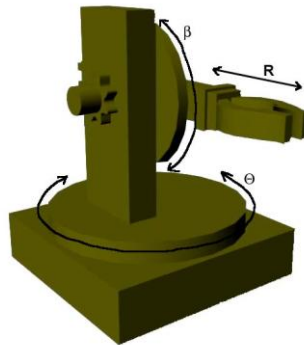
2. Konfigurasi Koordinat Silinder

Sistem koordinat silinder memiliki 3 derajat kebebasan (DOF) atau 3 axis, yang terdiri dari θ (*theta*) mewakili sumbu putar, sumbu z mewakili gerakan naik-turun serta sumbu R yang mewakili gerakan memanjang atau memendek.



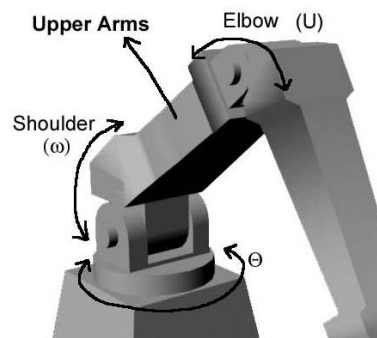
3. Konfigurasi Koordinat Polar

Konfigurasi koordinat polar/simetrikal juga memiliki 3 sumbu yaitu θ (*theta*), β (*beta*), dan R . dikatakan system simetrikal karena ruang gerak dari robot merupakan *sphere* (bola).



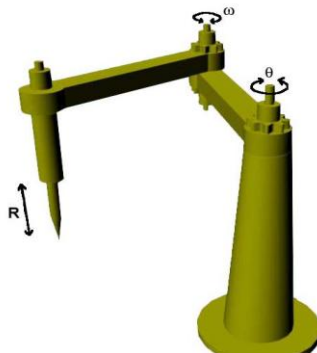
4. Sistem Koordinat Articulate

Sistem koordinat articulate didefinisikan dengan 3 sumbu, yakni θ (*theta*), *upper arm* (w) dan *elbow* (U). Sumbu ini memberikan ke-fleksibelan lebih besar.



5. SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)

Sistem sumbu yang mirip koordinat Articulate tetapi berbasis pada gerakan horizontal. Memiliki kemampuan untuk "*insektion*", salah satu sistem sumbu yang mungkin dari SCARA adalah seperti pada gambar di bawah ini.



Spesifikasi Teknis Yang Lain

Sebagai tambahan konfigurasi fisik dari robot dan kemampuan gerak dasar, ada beberapa spesifikasi teknik yang lain dimana menjelaskan tentang efisiensi dan efektivitas dalam unjuk kerja pada robot.

Beberapa spesifik teknik adalah sebagai berikut :

- Work Volume (area kerja)
- Precision Of Movement (keakuratan gerak)
- Speed Of Movement (kecepatan gerak)
- Weight Carrying Capacity (daya angkat beban)
- Type Of Drive System (jenis penggerak)

Work Volume

Arti kata Work Volume (area kerja) mengacu pada dimana robot itu dapat bekerja. Secara teknis dapat dikatakan adalah dimana ujung bagian masih digerakkan di bawah control.

Work Volume diperhitungkan dari :

- Konfigurasi Fisik
- Ukuran
- Jangkauan Lengan
- Hubungan / Joint Manipulator

Fungsi mengetahui Work Volume :

- Lay Out
- Waktu Produksi
- Area Kerja dan Safety
- Program

Precision Of Movement

Ada tiga jenis kategori pada keakuratan gerakan dari ujung robot pada suatu penerapan , yaitu :

- Spatial Resolution

Dapat diartikan sebagai gerakan terkecil yang masih dapat dikontrol oleh si pemrogram, sehingga spatial resolution adalah jumlah dari resolusi control dengan ketidakakuratan mekanik.

- Accuracy (akurasi)

adalah kemampuan dari ujung robot untuk mencapai titik yang dituju. Dengan kata lain akurasi adalah setengah resolusi spatial.

- Repeatability (pengulangan)

Adalah kemampuan dari ujung robot untuk mencapai titik yang sebelumnya dikontrol.

Repeatability umumnya lebih kecil dari akurasi.

Weight Carrying Capacity

Adalah kemampuan robot untuk memindahkan beban. Merupakan faktor untuk berbagai macam keperluan, yaitu: Jenis tugas; Jenis barang; Produktivitas

B. Jenis-jenis Robot

1. AIBO

AIBO merupakan singkatan dari AI roBOt, yang artinya robot dengan intelegensi buatan. Di Jepang sendiri, "aibo" berarti sahabat.

Versi terbaru dari robot anjing AIBO hadir memberikan hiburan dengan desain yang futuristik, AIBO ERS-220.

Robot ini mempunyai 16 motor yang memungkinkannya dapat berjalan, bermain bola, duduk, dan berbaring. Lalu dengan sensor penglihatan dan pendengaran, 21 lampu mengelilingi bagian kepala, dan dibagian atas kepala terdapat lampu yang mengekspresikan berbagai emosi dan insting untuk menghibur pemiliknya. ERS-220 memiliki kemampuan wireless LAN sehingga kita dapat mengedalikan dari jauh.



2. ASIMO

ASIMO adalah singkatan dari Advanced Step in Innovative Mobility dan telah datang ke Jakarta pada tanggal 19-27 Juli yang lalu di pameran Gaikindo.

Dengan tinggi 120 cm, robot ini memiliki sistem komputerisasi dan sensor-sensor yang dapat mengatur setiap gerakannya dan memungkinkan bertingkah laku seperti gerakan manusia. ASIMO dapat melangkah naik dan turun tangga, melambaikan tangan, melakukan langkah dansa, serta berbicara dalam berbagai bahasa.

Pengembangan teknologi robotika mendapat perhatian dari para peneliti Jepang, bahkan mereka juga meminta pemerintahnya untuk melakukan investasi, dengan tujuan di beberapa tahun mendatang



www.honda.com

dapat diciptakan mesin yang memiliki intelegensi buatan layaknya anak kecil.

STRUKTUR DASAR

Insinyur Honda menciptakan ASIMO dengan 26 derajat Kebebasan yang membantu berjalan dan melaksanakan banyak tugas manusia.

Satu derajat Kebebasan adalah kemampuan untuk bergerak ke kiri dan ke kanan atau ke atas dan ke bawah. Derajat kebebasan ini dibuat seperti halnya sambungan otot pada manusia untuk pergerakan yang maksimum dan fleksibel.

ASIMO mempunyai dua derajat Kebebasan pada leher nya, enam pada setiap lengannya dan enam pada setiap kakinya.

Material pada badannya, adalah struktur magnesium alloy, dikombinasikan dengan komputer kuat dalam ransel dipunggungnya dan 26 servo motor di seluruh badannya untuk membantu ASIMO berjalan dan bergerak dengan lembut dengan mudah.

FUNGSI DASAR

ASIMO dirancang untuk beroperasi di lingkungan kita, di mana kita harus menjangkau sesuatu, mengambil sesuatu dan melakukan navigasi untuk berjalan berkeliling,serta memanjat tangga misalnya. itu adalah mengapa ASIMO mempunyai dua lengan dan dua kaki sering dipanggil dengan robot humanoid.

Sesungguhnya, ASIMO hanyalah robot humanoid yang dapat berjalan dengan bebas dan memanjat tangga. Kemampuan dasar Ini adalah penting, sebab lingkungan kita yang penuh dengan permukaan tidak seimbang, rintangan dan tangga rumah, untuk dapat mampu dengan mudah berfungsi dan dapat membantu manusia.

Robot Terbang Terkecil Hadir di Jepang

Robot mungil yang bisa terbang dan dikendalikan tanpa kabel



Seiko Epson Corp hari Rabu (18/8) memperkenalkan robot terbang mikro, yang merupakan robot terbang termungil dan paling ringan di dunia. Robot yang merupakan pengembangan model sebelumnya ini bisa dikendalikan dari jauh menggunakan komputer secara wireless (menggunakan Bluetooth), dan dilengkapi kamera kecil yang mampu mengirimkan foto-foto tanpa perlu bantuan kabel.

Robot terbang kecil bernama Micro Flying Robot ini diharapkan bisa dipakai dalam berbagai bidang, misalnya untuk melakukan pengamatan dan pencarian di wilayah-wilayah sempit maupun daerah berbahaya, kata Epson.

Robot terbang yang berbentuk seperti helikopter mini ini dilengkapi microcontroller 32-bit dan dua motor ultrasonik berukuran kecil guna memutar baling-baling dalam dua arah berbeda sehingga robot bisa terbang.

Model baru yang lebarnya 136 milimeter, tinggi 85 mm dan berat 12,3 gram dengan baterai (8,6 gram tanpa baterai) ini akan dipamerkan di Tokyo International Forum tanggal 27-30 Agustus mendatang. Saat ini sang robot baru bisa terbang selama tiga menit. Namun perusahaan pembuatnya berencana mengembangkan kemampuannya sehingga ia bisa digunakan untuk tugas-tugas nyata.

Adapun Micro Flying Robot sebenarnya adalah penerus robot terbang sebelumnya yang diperkenalkan November lalu. Robot terdahulu memiliki keterbatasan terbang karena ia harus disambungkan dengan sumber tenaga menggunakan kabel dan harus berada dalam jangkauan mata pengendali saat terbang.

Soal

1. Jelaskan karakteristik robot teknologi menengah
2. Jelaskan tentang efisiensi dan efektivitas unjuk kerja robot.
3. Jelaskan apa yang anda fahami tentang robot Asimo

Pembahasan

1. Karakteristik Robot teknologi menengah : Siku, Robot teknologi menengah memiliki jumlah siku yang lebih banyak dibandingkan dengan robot teknologi rendah dan memiliki baterai kerja yang lebih besar. Lengan robot ini juga memiliki kekuatan manuver yang lebih untuk memanipulasi. Siku Robot teknologi menengah berjumlah 5 sampai dengan 6 pergerakan siku. Beban kerja, beban kerja untuk jenis robot teknologi menengah berkisar 68 sampai dengan 150 kg. Dengan bertambahnya kemampuan beban kerja maka robot ini mampu menggantikan pekerja dalam situasi dimana mengangkat bagian yang berat secara konstan ketika diperlukan. Waktu siklus, Robot teknologi menengah memiliki waktu siklus yaitu : dalam pergerakan siku sepanjang 25 sampai dengan 65 dapat ditempuh dalam waktu 1,0 Sekon.
2. Work Volume (area kerja); mengacu pada dimana robot itu dapat bekerja. Secara teknis dapat dikatakan adalah dimana ujung bagian masih digerakkan di bawah control. Precision Of Movement (keakuratan gerak). Speed Of Movement (kecepatan gerak). Weight Carrying Capacity (daya angkat beban). Type Of Drive System (jenis penggerak). Work Volume diperhitungkan dari: Konfigurasi Fisik; Ukuran; Jangkauan Lengan; Hubungan / Joint Manipulator.
3. ASIMO mempunyai dua derajat Kebebasan pada leher nya, enam pada setiap lengannya dan enam pada setiap kakinya. Material pada badannya, adalah struktur magnesium alloy, dikombinasikan dengan komputer kuat dalam ransel dipunggungnya dan 26 servo motor di seluruh badannya untuk membantu ASIMO berjalan dan bergerak dengan lembut dengan mudah.

BAB VII

Driver dan Pengendali Robot

POKOK BAHASAN

- A. Driver System
- B. Pengendali Robot

TUJUAN BELAJAR:

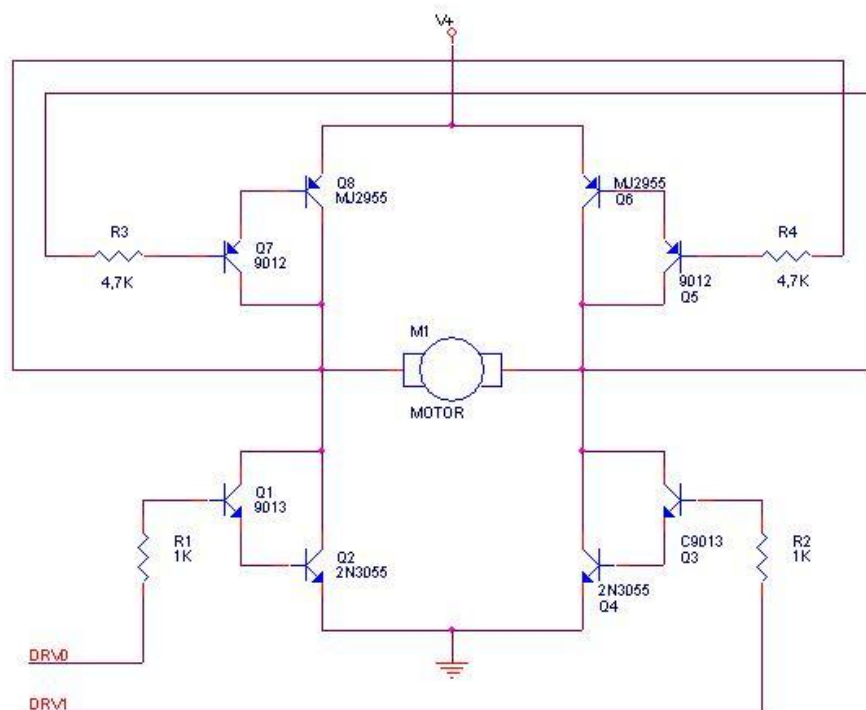
Mahasiswa dapat memahami sistem Driver dan pengendali Robot

A. Driver Robot

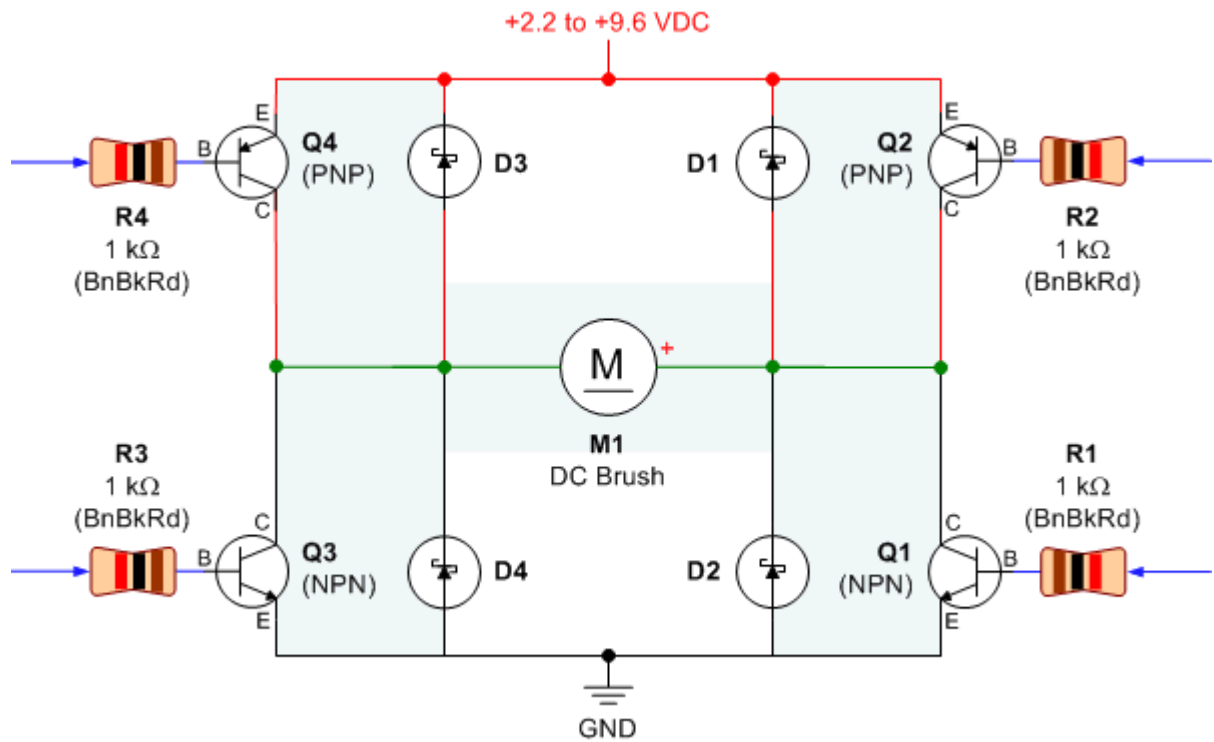
Ada tiga jenis dasar penggerak robot, yaitu: Hydraulic, menggunakan fluida / oli, kurang dalam segi kebersihan, beresiko kebakaran.

Pneumatic; menggunakan tekanan udara merupakan jenis yang termurah, terpraktis dan fixed points.

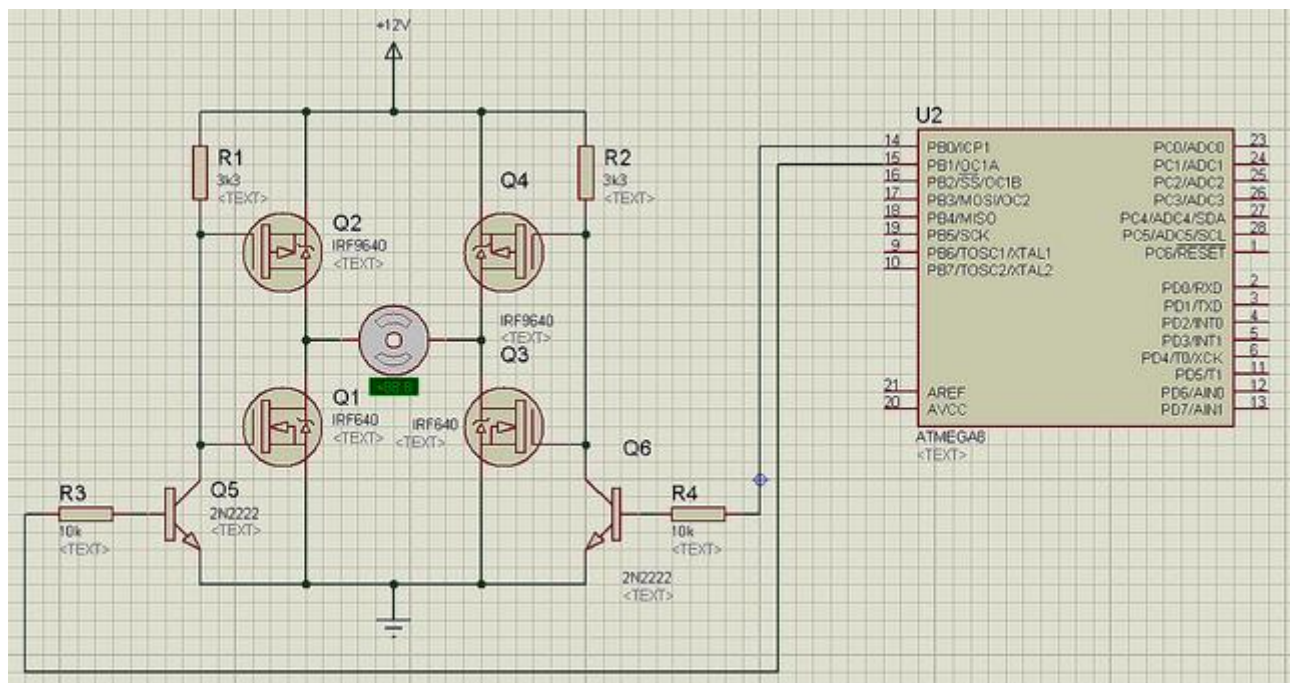
Electric; yang dimaksud adalah motor listrik. Ada dua jenis motor, yaitu motor DC dan motor stepper. Ciri khasnya adalah kecepatan. Pada gambar dibawah ini diperlihatkan beberapa contoh rangkaian kendali motor sebagai dasar penggerak robot.



Gambar 7.1 Dasar sistem kendali motor DC



Gambar 7.2 Kendali motor DC brush



Gambar 7.3 Rangkaian kendali motor DC Sistem H-Bridge Mosfet

Gambar 7.3 memperlihatkan sebuah driver motor DC sistem H-bridge Mosfet. Driver motor terhubung ke pin PORTB.0 dan PORTB.1 pada mikrokontroler ATmega8. Dimana pin PORTB.1 ini merupakan jalur pwm yang nantinya dapat digunakan untuk mengatur kecepatan putar dari motor DC yang dikendalikan.

Selain penggerak di atas, untuk mencapai presisi, kecepatan serta gerakan yang diinginkan, robot selalu dilengkapi dengan gear dan cam.

End Effectors

Memiliki tujuan untuk melaksanakan tugas tertentu. Faktor-faktor yang penting dalam *end effector* adalah sebagai berikut: Tugas; Design; Kontrol program; Ukuran area kerja; Waktu siklus; Keselamatan kerja.

Jenis end effector dapat dikelompokkan dalam dua jenis yaitu: Gripper; Tooling

Jenis-Jenis Gripper :

- **Mechanical Gripper**

Fungsi: Untuk menjepit objek

Tipe : Inside – Outside

Driver : Gear – Pneumatic

Perhitungan : Ukuran, gaya, kecepatan dan CG

- **Vaccum Gripper**

Fungsi : Permukaan halus dan rapuh

Tipe : Single - Double

Driver : Pneumatic

Perhitungan : Daya hisap, luas ‘cups’, tipe permukaan

- **Vaccum Gripper**

Fungsi: Permukaan datar dan metal

Tipe : Single – Double

Driver: Electric

Perhitungan: Beban, panas dan arus listrik

Jenis-Jenis Tooling: Drilling; Painting; Welding; Surfacing

Ada beberapa jenis pengatur gerakan pada robot, diantaranya:

1. Limite Sequence Robot

Ciri – ciri:- Paling sederhana

- Paling murah

- umumnya menggunakan driver pneumatic
 - Operasinya Pick & Place
2. Point to Point
- Ciri - ciri :- Lebih canggih dari Limite Sequence Robot
- Menyimpan titik-titik dari langkah robot
 - Menggunakan driver hydraulic
 - Motor elektronik
3. Countouring
- Ciri – ciri :- Peningkatan Point to Point
- Speed & Countour
 - Menggunakan driver hydraulic
4. Line Tracker
- Ciri – ciri :- Untuk benda bergerak
- Senior dan program
 - Menggunakan driver hydraulic
5. Intelligent Robot
- Ciri – ciri :- Dapat bereaksi dengan lingkungan
- Dapat mengambil keputusan
 - Advance I/O
 - Advance sensor

B. Kendali Robot

Kontrol pada robot dapat dikelompokkan dari level rendah, menengah dan tinggi. Secara detail adalah sebagai berikut :

- Low Technology Controllers

Mungkin dapat diprogram untuk praktis atau tidak praktis. Tidak ada internal memory amp.

- Medium Technology Controllers

Mempunyai 2 sampai 4 sumbu bergerak dan memiliki mikroprosesor serta memori (terbatas). Tetapi I/O-nya terbatas, delay setiap gerakan serta dapat diprogram jika kerja telah lengkap.

- High Technology Controllers

Memiliki memori yang besar serta punya mikroprosesor dan co-mikroprosesor. Berbagai macam I/O, re-program dalam waktu singkat. Mempunyai sampai dengan 9 axis. Dalam kontrolernya ada 5 bagian penting, yaitu Power Supply, Interface, Axis Drive Board, Option Boards dan Mikroprosesor.

Sensor

Sensor pada robot industri ada dua kategori, yaitu :

- Internal Sensor

Digunakan untuk mengontrol posisi, kecermatan dan lain-lain. Contohnya adalah potensiometer, optical encoder.

- External Sensor

Digunakan untuk mengontrol dan mengkoordinasi robot dengan environment. Contohnya adalah switch sentuh, infra merah.

Menurut jenis dan fungsinya dapat dilihat beberapa tipe sensor di bawah ini :

- Kontak Sensor

Dapat digunakan untuk mendeteksi kontak atau gaya. Ada dua jenis yaitu Touch Sensor dan Stress / Force Sensor.

- Proximity Sensor

Jika jarak antara obyek dan sensor dekat. Misalnya untuk mengetahui jarak dari objek.

- Optical Sensor

Untuk mengetahui ada atau tidaknya suatu barang.

- Vision Sensor

Untuk mendefinisikan benda, alignment dan inspection.

- Voice Sensor

Untuk mengenali jenis benda dan melakukan perintah lewat suara.

Dan masih banyak jenis-jenis sensor lainnya. Biasanya sensor digunakan untuk pengukuran kondisi fisis, seperti temperature, tekanan, aliran listrik dan lain-lain.

KEGUNAAN ROBOT

Robot sangat bermanfaat untuk :

- Industri / Manufakturing
- Transportasi
- Lingkungan berbahaya

- Explorasi
- Layanan Personal
- Membantu Manusia

APLIKASI ROBOT DI INDUSTRI / MANUFAKTURING

Di sini akan mengulas bagaimana robot diaplikasikan pada industri. Pertama kita lihat kondisi pada industri sehingga diperlukan robot, yaitu :

- Kondisi yang berbahaya
- Pekerjaan yang berulang dan membosankan
- Bagian yang sulit dibawa
- Operasi dengan banyak shift

General Electric Co. memberikan kriteria untuk survey penggunaan robot, yaitu :

- Operasi berulang dan sederhana dibutuhkan
- Cycle Time lebih besar dari 5 detik
- Part dapat dipindahkan pada lokasi dan orientasi tepat
- Berat part memadai
- Satu atau dua orang dapat digantikan dalam 24 jam

Aplikasi robot pada industri :

1. Material transfer
 - Pick & Place
 - Palleting
 - Depalletizing
 - Line Tracking
2. Machine loading; Die Casting, Injection (plastic) molding, Transfer (plastic) molding, Hot forging, Up setting or upset forging, Stamping press operation, Machining operation
3. Welding; Spot welding , Arc welding
4. Spray coating; Processing operations. Finishing, Bubut
5. Assembly
6. Inspection

Soal

1. Jelaskan 3 jenis driver robot
2. Jelaskan jenis-jenis kendali robot
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan *end effector*.
4. Jelaskan prinsip kerja driver motor DC sistem H-bridge mosfet

Pembahasan

1. Ada tiga jenis dasar penggerak robot, yaitu: Hydraulic, menggunakan fluida / oli, kurang dalam segi kebersihan, beresiko kebakaran. Pneumatic; menggunakan tekanan udara merupakan jenis yang termurah, terpraktis dan fixed points. Electric; yang dimaksud adalah motor listrik. Ada dua jenis motor, yaitu motor DC dan motor stepper. Ciri khasnya adalah kecepatan.
2. Low Technology Controllers; Mungkin dapat diprogram untuk praktis atau tidak praktis. Tidak ada internal memory amp. Medium Technology Controllers; Mempunyai 2 sampai 4 sumbu bergerak dan memiliki mikroprosesor serta memori (terbatas). Tetapi I/O-nya terbatas, delay setiap gerakan serta dapat diprogram jika kerja telah lengkap. High Technology Controllers; Memiliki memori yang besar serta punya mikroprosesor dan co-mikroprosesor. Berbagai macam I/O, re-program dalam waktu singkat. Mempunyai sampai dengan 9 axis. Dalam kontrolernya ada 5 bagian penting, yaitu Power Supply, Interface, Axis Drive Board, Option Boards dan Mikroprosesor.
3. Memiliki tujuan untuk melaksanakan tugas tertentu. Faktor-faktor yang penting dalam *end effector* adalah sebagai berikut: Tugas; Design; Kontrol program; Ukuran area kerja; Waktu siklus; Keselamatan kerja.
4. Driver motor DC sistem H-bridge Mosfet. Driver motor terhubung ke pin PORTB.0 dan PORTB.1 pada mikrokontroler Atmega. Dimana pin PORTB.1 ini merupakan jalur pwm yang nantinya dapat digunakan untuk mengatur kecepatan putar dari motor DC yang dikendalikan.

BAB IX

Pengenal Minimum System (Arduino)

POKO BAHASAN

- A. Hardware Microcontroller Arduino
- B. Pemrograman Arduino

TUJUAN BELAJAR:

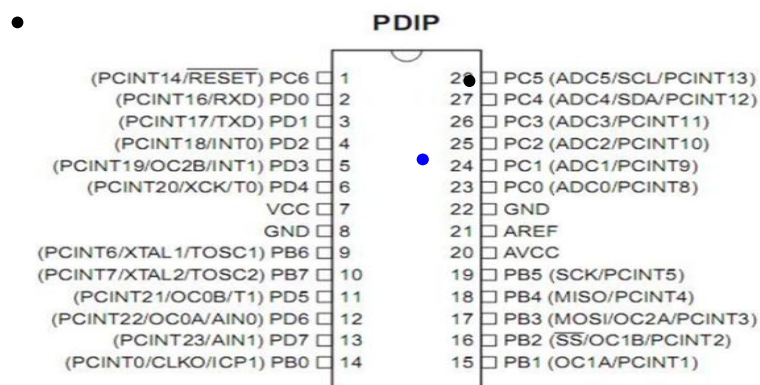
Mahasiswa dapat memahami bahagian-bahagian Arduino dan pemrogramannya.

A. Hardware Microcontroller Arduino

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama Arduino adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. Platform arduino terdiri dari arduino board, *shield*, bahasa pemrograman arduino, dan arduino *development environment*. Arduino board biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya.

- ATmega328 memiliki fitur cukup lengkap, mulai dari kapasitas memori program dan memori data yang cukup besar, interupsi, timer/counter, PWM, USART, TWI, analog comparator, EEPROM internal dan juga ADC internal. Gambar 9.1 merupakan penjelasan melalui gambar mengenai konfigurasi pin-pin yang merupakan bagian dari mikrokontoller ATmega328.



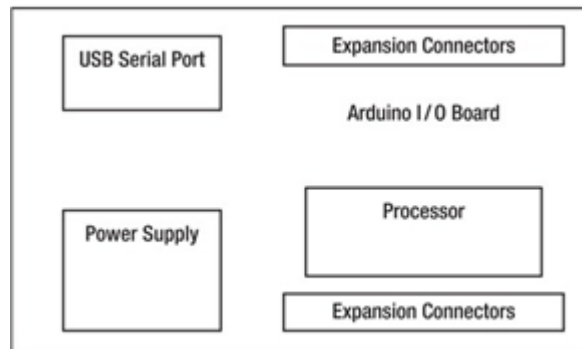
• **Gambar 9.1** Konfigurasi Pin ATmega328

Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama Arduino adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. Platform arduino terdiri dari arduino board, *shield*, bahasa pemrograman arduino, dan *arduino development environment*. Arduino board biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya.

Arduino uno merupakan salah satu jenis rangkaian mikrokontroller yang menggunakan system *physical computing*. *Physical computing* adalah membuat sebuah sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan software dan hardware yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik. *Physical computing* adalah sebuah konsep untuk memahami hubungan yang manusiawi antara lingkungan yang sifat alaminya adalah analog dengan dunia digital(Djuandi,2011).

Blok diagram arduino board yang sudah disederhanakan dapat dilihat pada (gambar 9.2 *Shield* adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas arduino board untuk menambah kemampuan dari arduino board.



Gambar 9.2 Konfigurasi Pin ATmega328 pada board arduino

Arduino uno merupakan salah satu jenis rangkaian mikrokontroller yang menggunakan system *physical computing*. *Physical computing* adalah membuat sebuah sistem atau perangkat fisik dengan menggunakan software dan hardware yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik. *Physical computing* adalah sebuah konsep untuk memahami hubungan yang manusiawi

antara lingkungan yang sifat alaminya adalah analog dengan dunia digital(Djuandi,2011).

Pada prakteknya konsep ini diaplikasikan dalam desain-desain alat atau proyek-proyek yang menggunakan sensor dan *microcontroller* untuk menerjemahkan input analog ke dalam sistem software untuk mengontrol gerakan alat-alat elektro-mekanik seperti lampu, motor dan sebagainya. Pembuatan *prototype* atau *prototyping* adalah kegiatan yang sangat penting di dalam proses *physical computing* karena pada tahap inilah seorang perancang melakukan eksperimen dan ujicoba dari berbagai jenis komponen, ukuran, parameter, program komputer dan sebagainya berulang-ulang kali sampai diperoleh kombinasi yang paling tepat. Dalam hal ini perhitungan angka-angka dan rumus yang akurat bukanlah satu-satunya faktor yang menjadi kunci sukses di dalam mendesain sebuah alat karena ada banyak faktor eksternal yang turut berperan, sehingga proses mencoba dan menemukan/mengoreksi kesalahan perlu melibatkan hal-hal yang sifatnya non-eksakta.

Prototyping adalah gabungan antara akurasi perhitungan dan seni. Proses prototyping bisa menjadi sebuah kegiatan yang menyenangkan atau menyebalkan, itu tergantung bagaimana kita melakukannya. Misalnya jika untuk mengganti sebuah komponen, merubah ukurannya atau merombak kerja sebuah prototype dibutuhkan usaha yang besar dan waktu yang lama, mungkin prototyping akan sangat melelahkan karena pekerjaan ini dapat dilakukan berulang-ulang sampai puluhan kali – bayangkan betapa frustasinya perancang yang harus melakukan itu. Idealnya sebuah prototype adalah sebuah sistem yang fleksibel dimana perancang bisa dengan mudah dan cepat melakukan perubahan-perubahan dan mencobanya lagi sehingga tenaga dan waktu tidak menjadi kendala berarti. Dengan demikian harus ada sebuah alat pengembangan yang membuat proses prototyping menjadi mudah. Pada masa lalu (dan masih terjadi hingga hari ini) bekerja dengan hardware berarti membuat rangkaian menggunakan berbagai komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, transistor dan sebagainya. Setiap komponen disambungkan secara fisik dengan kabel atau jalur tembaga yang disebut dengan istilah “*hard wired*” sehingga untuk merubah rangkaian maka sambungan-sambungan itu harus diputuskan dan disambung kembali.

Dengan hadirnya teknologi digital dan microprocessor fungsi yang sebelumnya dilakukan dengan *hard wired* digantikan dengan program-program software. Ini adalah sebuah revolusi di dalam proses prototyping. Di antara sekian banyak alat pengembangan prototype, Arduino adalah salah satunya yang paling banyak digunakan.

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat.

Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory* microcontroller. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino.

Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Software lebih mudah diubah dibandingkan hardware, dengan beberapa penekanan tombol kita dapat merubah logika alat secara radikal dan mencoba versi ke-dua, ke-tiga dan seterusnya dengan cepat tanpa harus mengubah pengkabelan dari rangkaian. Salah satu yang membuat Arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya yang open source, baik untuk hardware maupun software-nya.

Diagram rangkaian elektronik Arduino digratiskan kepada semua orang. Anda bisa bebas men-download gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para pembuat Arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di-download dan diinstal pada komputer secara gratis. Kita patut berterima kasih kepada tim Arduino yang sangat dermawan membagi-bagikan kemewahan hasil kerja keras mereka kepada semua orang.

Bahasa pemrograman dan IDE Arduino yang berkualitas tinggi dan sangat berkelas. Arduino dikembangkan oleh sebuah tim yang beranggotakan orang-orang dari berbagai belahan dunia. Anggota inti dari tim ini adalah: Massimo Banzi Milano, Italy; David Cuartielles Malmoe, Sweden; Tom Igoe New York, US; Gianluca Martino Torino, Italy; David A. Mellis Boston, MA, USA.

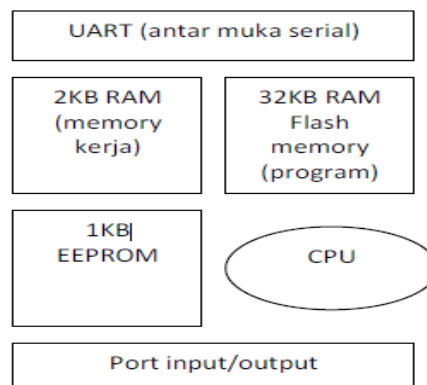
Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memiliki area cakupan yang luas untuk segala hal yang dibutuhkan untuk

mendukung sebuah aplikasi yang berbasis mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuat aplikasinya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB.

Adapun data teknis yang terdapat board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler: ATmega328
- Tegangan Operasi: 5V
- • Tegangan Input (recommended): 7 - 12 V
- • Tegangan Input (limit): 6-20 V
- • Pin digital I/O: 14 (6 diantaranya pin PWM)
- • Pin Analog input: 6 input pin
- • Arus DC per pin I/O: 40 mA
- • Arus DC untuk pin 3.3 V: 150 mA
- • Flash Memory: 32 KB dengan 0.5 KB digunakan sebagai *bootloader*
- • SRAM: 2 KB
- • EEPROM: 1 KB
- • Kecepatan besaran waktu sebesar: 16 Mhz sebagai komponen untuk
(*Crystall oscillator*)

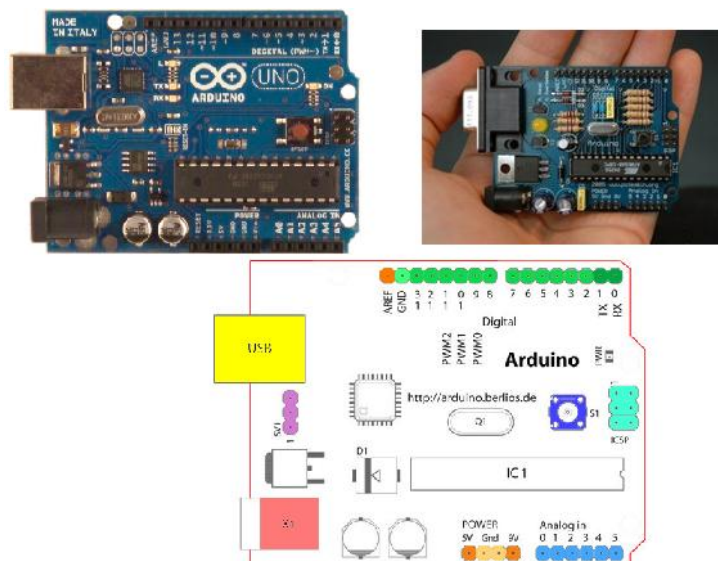
Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah microcontroller, pada gambar berikut ini diperlihatkan (gambar 9.3) contoh diagram blok sederhana dari microcontroller ATmega328 (dipakai pada Arduino Uno) seperti gambar blok diagram sederhana dibawah ini:



• **Gambar 9.3** Konfigurasi Pin ATmega328

•

- Blok-blok di atas dijelaskan sebagai berikut:
- *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
- 2KB RAM pada memory kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
- 32KB RAM flash memory bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan *bootloader*. **Bootloader** ini yang menjembatani antara **software compiler arduino** dengan mikrokontroler. Dan ketika pengguna papan mikrokontroler arduino menulis program tidak perlu banyak menuliskan sintak bahasa C, cukup melakukan pemanggilan fungsi program, hemat waktu dan pikiran.
- 1KB EEPROM bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
- *Central Processing Unit (CPU)*, bagian dari microcontroller untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
- Port input/output, pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog.
- Setelah mengenal bagian-bagian utama dari microcontroller ATmega sebagai komponen utama, selanjutnya kita akan mengenal bagian-bagian dari papan Arduino itu sendiri. Dengan mengambil contoh sebuah papan Arduino tipe USB, bagian-bagiannya dapat dijelaskan sebagai berikut seperti pada (gambar 9.4) seperti gambar dibawah ini:



- **Gambar 9.4** Konfigurasi Pin ATmega328 arduino uno

•

•

<p>14 pin input/output digital (0-13)</p> <p>Berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program.</p> <p>Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V</p>
<ul style="list-style-type: none"> • USB • Berfungsi untuk: <ul style="list-style-type: none"> • - Memuat program dari komputer ke dalam papan • - Komunikasi serial antara papan dan komputer - Memberi daya listrik kepada papan
<p>Sambungan SV1</p> <p>Sambungan atau <i>jumper</i> untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis</p>
<p>Q1 – Kristal (<i>quartz crystal oscillator</i>)</p> <p>Jika microcontroller dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada microcontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tombol Reset S1 • Untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan microcontroller.
<p><i>In-Circuit Serial Programming (ICSP)</i></p> <p>Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • IC 1 – Microcontroller Atmega • Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan

RAM.
sum X1 – sumber Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.
<ul style="list-style-type: none"> • 6 pin input analog (0-5) • Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

Tanpa melakukan konfigurasi apapun, begitu sebuah papan Arduino dikeluarkan dari kotak pembungkusnya ia dapat langsung disambungkan ke sebuah komputer melalui kabel USB. Selain berfungsi sebagai penghubung untuk pertukaran data, kabel USB ini juga akan mengalirkan arus DC sebesar: 5 Volt kepada papan Arduino sehingga praktis tidak diperlukan sumber daya dari luar. Saat mendapat suplai daya, lampu LED indikator daya pada papan Arduino akan menyala menandakan bahwa ia siap bekerja.



- **Gambar 9.5** Komponen LED yang terdapat pada board Arduino Uno

•

Pada papan Arduino Uno terdapat sebuah LED kecil yang terhubung ke pin digital 13. LED ini dapat digunakan sebagai output saat seorang pengguna membuat sebuah program dan ia membutuhkan sebuah penanda dari jalannya program tersebut. Ini adalah cara yang praktis saat pengguna melakukan uji coba. Umumnya microcontroller pada papan Arduino telah memuat sebuah program kecil yang akan

menyalakan LED tersebut berkedip-kedip dalam jeda satu detik. Jadi sangat mudah untuk menguji apakah sebuah papan Arduino baru dalam kondisi baik atau tidak, cukup sambungkan papan itu dengan sebuah komputer dan perhatikan apakah LED indikator daya menyala konstan dan LED dengan pin-13 itu menyala berkedip-kedip.

Kelebihan Arduino

- Tidak perlu perangkat chip programmer karena di dalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer.
- Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna Laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakan nya.
- Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap.
- Memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dll.

B. Bahasa Pemrograman Arduino

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah. Untuk membuat program Arduino dan mengupload ke dalam board Arduino, diperlukan software Arduino IDE (Integrated Development Enviroment) yang bisa di download gratis di <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Panduan bahasa pemograman Arduino beserta dengan contoh-contohnya bisa dibaca di halaman <http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>.

Struktur dasar dari bahasa pemrograman Arduino merupakan salah satu yang relatif sederhana dan hanya terdiri dari dua bagian saja. Void setup()

```
{  
// statement;  
}  
void loop()  
{  
// statement;
```

} Dimana setup() adalah bagian untuk inisialisasi yang hanya dijalankan sekali di awal program, sedangkan loop() untuk mengeksekusi bagian program yang akan dijalankan berulang-ulang untuk selamanya.

setup() Fungsi setup() hanya di panggil satu kali ketika program pertama kali dijalankan. Ini digunakan untuk mendefinisikan mode pin atau memulai komunikasi serial. Fungsi setup() tetap harus diikutsertakan dalam program walaupun tidak ada statement yang dijalankan. void setup()

```
{  
pinMode(13,OUTPUT); // setting pin 13 sebagai output  
}
```

loop() Setelah melakukan fungsi setup() maka Arduino secara langsung akan melakukan fungsi loop() secara berurutan dan melakukan instruksi-instruksi yang ada dalam fungsi loop() tersebut. void loop()

```
{  
digitalWrite(13, HIGH); // menyalakan pin 13  
delay(1000); // pause selama 1 detik  
digitalWrite(13, LOW); // memadamkan pin 13  
delay(1000); // pause selama 1 detik  
}2
```

Elemen dasar

{ } begin bracket dan end bracket Bracket mendefinisikan awal dan akhir dari sebuah fungsi. Apabila ketika memprogram tidak menyertakan end bracket secara tepat maka akan mengalami error saat di-compile.

; semicolon

Semicolon harus diberikan pada setiap statement dan fungsi dari program yang kita buat. Semicolon merupakan pembatas setiap statement dan fungsi program yang

dibuat. delay(500) /* baris ini akan mengalami error saat di-compile */

delay(500); /* penulisan statement yang tepat dengan semicolon */

/* */ block comment Oleh compiler, comment akan diabaikan, sehingga semua statement yang ditulis dalam block comment tidak akan dieksekusi. /*

entah apapun ini,

akan diabaikan oleh compiler

*/

// line comment Sama halnya dengan block comment, namun yang dijadikan comment adalah baris dimana line comment tersebut ditempatkan. // hanya baris ini yang diabaikan oleh compiler

danBarisIniTidakDiabaikan; Contoh sebuah program Arduino yang paling sederhana

/*

Program ini dapat menghidupkan dan mematikan

sebuah lampu LED yang dihubungkan ke pin 13

pada Arduino dengan selang waktu

selama 1000 milidetik (1 detik)

*/

void setup()

{

pinMode(13, OUTPUT);

}

void loop()

{

digitalWrite(13, HIGH);

delay(1000);

digitalWrite(13, LOW);

delay(1000);

}3

2. Variabel Pengertian dan deklarasi Variabel adalah suatu pengenal dalam program yang berguna untuk menyimpan nilai dari tipe data tertentu. Untuk menggunakannya kita harus mendeklarasi- kannya terlebih dahulu agar compiler dapat mengenalinya.

Tipe data namaVariabel = 0; Contoh deklarasi variabel dengan tipe data yang berbeda

int x; // variabel x dengan tipe data int

char y; // variabel y dengan tipe data char Contoh deklarasi beberapa variabel sekaligus

int x, y, z; // ini sah-sah saja, asalkan tipe data

// dari variabel ketiganya sama Contoh variabel untuk menyimpan nilai tertentu

int variabelBebas = 0; // mendefinisikan sebuah variabel

// bernama variabelBebas dengan nilai

// awal 0

variabelBebas = analogRead(2); // menyimpan nilai yang ada di analog

// pin 2 ke inputVariable Penamaan variabel Ada beberapa ketentuan yang seyogyanya diperhatikan dalam penamaan variabel pada pemrograman Arduino dan bahasa C pada umumnya. Bahasa C bersifat case-sensitive

```
int skir70;
```

```
int SKIR70;
```

// mereka berdua akan dianggap sebagai dua variabel yang berbeda Nama variabel tidak boleh diawali dengan angka

```
int 70suka_tawuran; // salah
```

```
int sma70_dulu_suka_tawuran; // benar Nama variabel tidak boleh mengandung spasi
```

```
int sma70 sialan; // salah
```

```
int sma70_teladan; // benar Nama variabel tidak boleh mengandung simbol (!, @, #, $, *, &, ^, %, dst) int sma70_brengs*k!; // salah
```

```
int sma70_berjaya; // benar4
```

Tipe data Tipe data adalah sesuatu yang digunakan untuk merepresentasikan jenis dari suatu

nilai. Misal 10 adalah bilangan bulat (int), 6.78 adalah tipe bilangan riil (float), 'A' adalah tipe karakter (char), selain itu juga terdapat data diskrit true/false yang lebih dikenal sebagai tipe logika (boolean). Keempat tipe data tersebut merupakan tipe data dasar dan yang paling sering dipakai. Contoh deklarasi variabel dengan tipe data tertentu `int bilanganBulat = 32760;`

```
// bilangan bulat dengan rentang data dari -32768 sampai 32767
```

```
float bilanganRiil = 3.45656;
```

```
// bilangan riil yang dapat mengandung desimal
```

```
boolean contohBoolean = true;
```

```
// hanya bisa bernilai false atau true
```

```
char karakter = 'a';
```

```
// menyimpan nilai karakter
```

```
String banyakKarakter = "SKIR70 Jakarta";
```

```
// kumpulan dari beberapa karakter Contoh penggunaan variabel pada sebuah program
```

```
/*
```

Program ini dapat menghidupkan dan mematikan

sebuah lampu LED yang dihubungkan ke pin 13

pada Arduino dengan selang waktu

selama 1000 milidetik (1 detik)


```

*/
int ledPin = 13;
int delayTime = 1000;
void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(delayTime);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(delayTime);
}
}5

```

Lingkup variabel Dalam sebuah program, lingkup variabel ditentukan oleh tempat dimana variabel

tersebut dideklarasikan. Lingkup variabel dibedakan menjadi dua, yaitu variabel lokal dan variabel global. Variabel global ialah variabel yang dideklarasikan di luar suatu fungsi, baik fungsi setup(), fungsi loop(), maupun fungsi pendukung lainnya dalam suatu program. Variabel ini bisa diakses dan dikenali oleh fungsi manapun yang di dalamnya terdapat variabel ini. Variabel lokal dideklarasikan di dalam sebuah fungsi sehingga hanya bisa diakses dan dikenali oleh fungsi itu saja. Dengan kata lain fungsi lain tidak dapat mengenali atau mengakses variabel yang dideklarasikan oleh fungsi lainnya tersebut. Contoh lingkup variabel int iniVariabelGlobal;

// variabel tersebut akan dikenali oleh semua fungsi

```

void setup()
{
  int iniVariabelLokal;
  // hanya dikenali oleh fungsi setup() ini saja
  iniVariabelGlobal = 1;
  // ini sah, karena variabel tersebut dikenali oleh semua fungsi
}
void loop()
{
  int iniJugaVariabelLokal;
  // hanya dikenali oleh fungsi loop() ini saja
  iniVariabelGlobal = 1;
  // ini sah, karena variabel tersebut dikenali oleh semua fungsi
}

```

```

iniVariabelLokal = 1;
// ini tidak sah, karena variabel tersebut tidak dikenali di fungsi ini
} Konstanta Konstanta adalah sebuah tetapan yang tidak dapat diubah nilainya ketika
program
sudah berjalan. Untuk menginisialisasinya kita dapat menggunakan makro
"#define". #define namaKonstanta nilaiKonstanta // bentuk dasar konstanta
#define konstantaBebas 0 // mendefinisikan konstanta dengan nama
// konstantaBebas dengan nilai 06

```

3. Fungsi Fungsi adalah blok pemrograman yang mempunyai nama dan mempunyai statement yang akan dieksekusi ketika fungsi tersebut dipanggil. Fungsi void setup() dan void loop() telah dibahas di atas dan pembuatan fungsi yang lain akan dibahas selanjutnya. Contoh deklarasi fungsi tipe Data namaFungsi (parameter)

```

{
// statement;
} Dimana tipeData menyatakan tipe data dari nilai balik yang dimilikinya. Penambahan
parameter dalam sebuah fungsi tidak diwajibkan, sehingga suatu fungsi diperbolehkan
untuk tidak memilikinya. Nilai balik Nilai balik merupakan nilai yang dikembalikan
oleh suatu fungsi saat fungsi tersebut telah selesai dijalankan. Suatu fungsi dapat
memiliki nilai balik dan dapat pula tidak memiliki nilai balik. Suatu fungsi tanpa nilai
balik memiliki void sebagai tipe datanya, sementara suatu fungsi dengan nilai balik
dapat bertipe int, double, float, maupun apapun yang sesuai dengan tipe data dari nilai
yang dikembalikannya. Contoh fungsi tanpa nilai balik void nyalakanLED ()

```

```

{
digitalWrite(13,HIGH);
} Contoh penggunaan fungsi tanpa nilai balik pada program
int ledHijau = 12, ledMerah = 13, delaytime = 500;
void setup(){
void loop()
{
nyalakanHijau();
delay(delaytime);
nyalakanMerah();
delay(delaytime);
}
void nyalakanHijau()
{
digitalWrite(ledHijau,HIGH);
digitalWrite(ledMerah,LOW);
}
void nyalakanMerah()
{
digitalWrite(ledMerah,HIGH);
digitalWrite(ledHijau,LOW);
}

```

```
} 7
```

Contoh fungsi dengan nilai balik

```
int fungsiNilaiBalik()
```

```
{
```

```
int nilai = 50;
```

```
return nilai;
```

```
} Contoh penggunaan fungsi dengan nilai balik pada program
```

```
#define LED 13
```

```
void setup(){}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
analogWrite(LED,nilaiBalik());
```

```
}
```

```
int nilaiBalik()
```

```
{
```

```
int a; // deklarasi variabel lokal a bertipe integer
```

```
a = 150; // nilai a sama dengan 150
```

```
return a; // return nilai a sebagai nilai balik
```

} Parameter Parameter adalah suatu variabel yang berfungsi untuk menyimpan nilai yang akan dikirimkan ke dalam suatu fungsi. Dengan adanya parameter, sebuah fungsi dapat bersifat dinamis. Parameter terbagi atas dua macam, yaitu parameter formal dan parameter aktual. Contoh dasar penggunaan parameter pada fungsi dalam program:

```
void setup(){}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
tambahSeratus(155); // parameter aktual
```

```
analogWrite(13, tambahSeratus());
```

```
}
```

```
void tambahSeratus(int parameterMasukan) // parameter formal
```

```
{
```

```
int hasil;
```

```
hasil = parameterMasukan + 100;
```

} Apabila dihubungkan sebuah lampu pada pin 13, maka lampu tersebut akan menyala dengan terang. Hal ini dikarenakan Arduino memberikan nilai 255 kepada lampu tersebut. Nilai 255 didapat dari hasil pertambahan antara 155 dengan 100.

Soal:

1. Jelaskan keunggulan Microcontroller Arduino ATmega328 dengan minimum sistem yang lain.
2. Jelaskan cara menghubungkan Arduino dengan computer untuk melakukan pengisian program
3. jelaskan struktur dasar pemrograman Arduino
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan parameter-parameter dalam pemrograman Arduino

Pembahasan

1. Arduino adalah platform pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.
2. Tidak perlu perangkat chip programmer karena di dalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer. Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna Laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakan nya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap. Memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dll.
3. Struktur dasar nya adalah: terdiri dari dua bagian saja:

```
Void setup()  
{  
  // statement;  
}  
void loop()  
{  
  // statement;  
}
```

Dimana setup() adalah bagian untuk inisialisasi yang hanya dijalankan sekali di awal program, sedangkan loop() untuk mengeksekusi bagian program yang akan dijalankan berulang-ulang untuk selamanya.
4. Parameter Parameter adalah suatu variabel yang berfungsi untuk menyimpan nilai yang akan dikirimkan ke dalam suatu fungsi. Dengan adanya parameter, sebuah fungsi dapat bersifat dinamis. Parameter terbagi atas dua macam, yaitu parameter formal dan parameter aktual.

BAB X

Pemrograman Running LED

POKO BAHASAN

Prokatikum Pemrograman Running LED

TUJUAN BELAJAR:

Mahasiswa dapat membuat program sederhana Arduino 12 LED berjalan

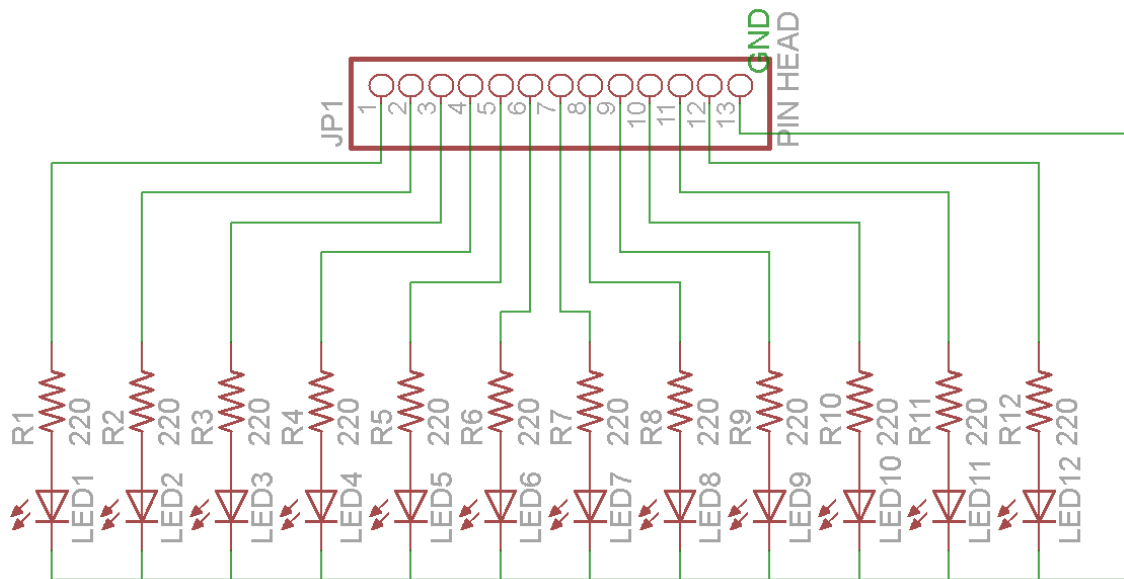
Alat/bahan:

- | | |
|--------------------------|-----------|
| 1. Led | (12 buah) |
| 2. Resistor 220 Ω | (12 buah) |
| 3. Pin head 13 pin | (1 buah) |
| 4. Modul arduino | (1 Unit) |
| 5. Laptop/PC | (1 unit) |
| 6. Software Arduino | |

Langkah Kerja

1. Siapkan alat bahan sesuai yang diperlukan
2. Tata komponen sesuai gambar 10.1 dan sambungkan Modul Arduino dengan modul LED dan Laptop melalui USB connection.
3. Hidupkan Laptop dan jalankan software Arduino
4. Tulisi program Running LED sesuai listing program yang disediakan dibawah ini.
5. Periksa hasil program dengan Instruktur
6. Compile program
7. Jalankan program
8. Perhatikan hasilnya
9. Buat laporan praktikum dan jawab pertanyaan

Gambar kerja



Gambar 10.1

Listing Program Running LED

```
//RUNNING LED
void setup() {
  pinMode(1, OUTPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(1, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(1, LOW);
  delay(200);

  digitalWrite(2, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(2, LOW);
  delay(200);

  digitalWrite(3, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(3, LOW);
  delay(200);
```

```
digitalWrite(4,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(4,LOW);
delay(200);

digitalWrite(5,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(5,LOW);
delay(200);

digitalWrite(6,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(6,LOW);
delay(200);

digitalWrite(7,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(7,LOW);
delay(200);

digitalWrite(8,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(8,LOW);
delay(200);

digitalWrite(9,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(9,LOW);
delay(200);

digitalWrite(10,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(10,LOW);
delay(200);

digitalWrite(11,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(11,LOW);
delay(200);

digitalWrite(12,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(12,LOW);
delay(200);

digitalWrite(13,HIGH);
delay(200);
digitalWrite(13,LOW);
delay(200);
}
```

Soal:

Jelaskan cara merubah kecepatan memperlambat dan mempercepat kedipan LED pada program ini.

Pembahasan

Untuk merubah kecepatan kedipan LED dapat dilakukan dengan merubah delay pada listing program semakin besar nilai delay yang ditulis semakin lambat kecepatan kedipan led dan sebaliknya, tetapi harus dibatasi kecepatan kedipan LED jangan terlalu cepat, karena bila terlalu cepat maka se olah-olah led-nya tidak berkedip lagi.

BAB XI

Pemrograman Traffict light

POKO BAHASAN

Prokatikum Pemrograman Traffict light Simpang Empat Dengan indicator LED

TUJUAN BELAJAR:

Mahasiswa dapat membuat program **Traffict light**

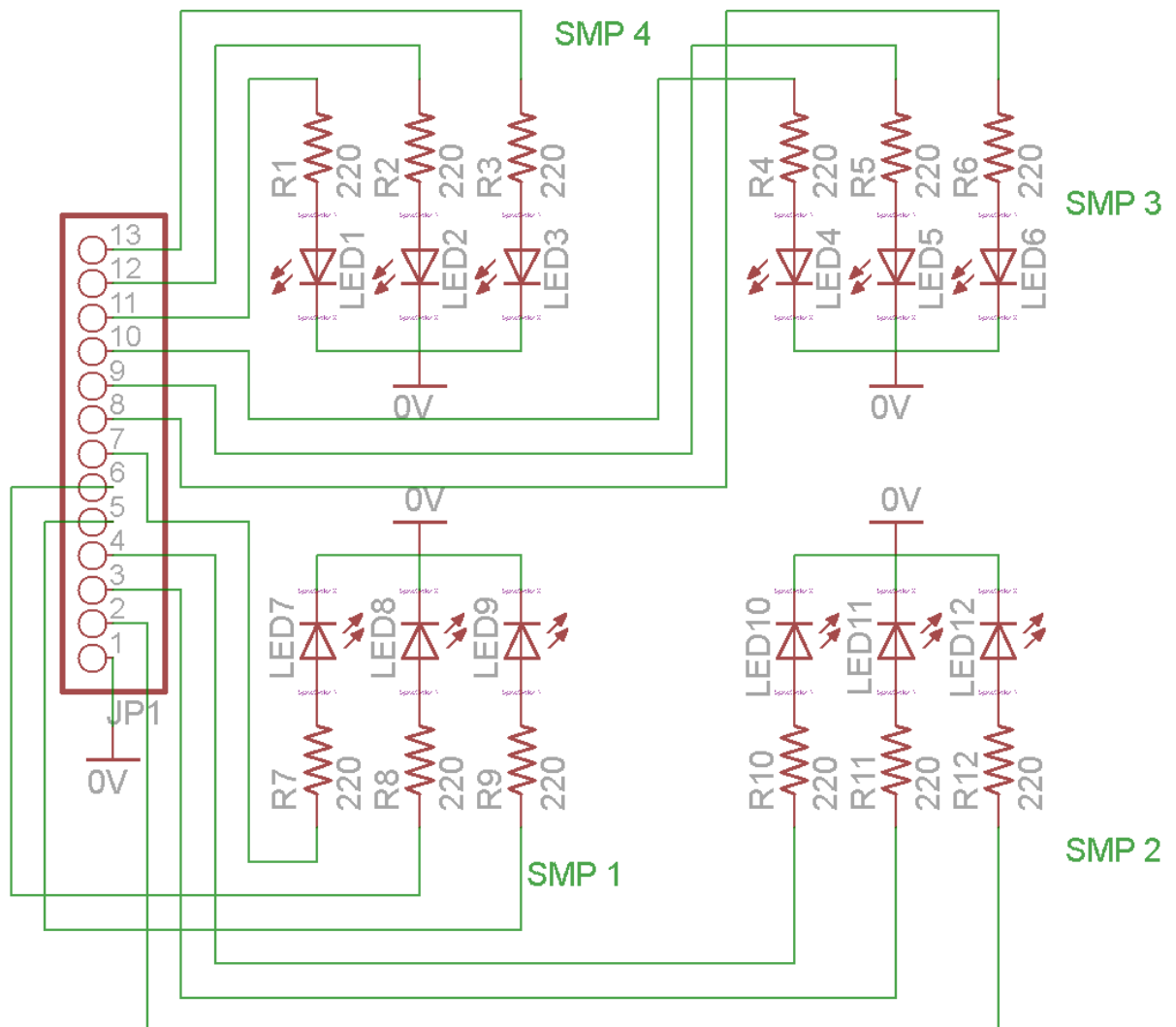
Alat/bahan:

- | | |
|--------------------------|-----------|
| 7. Led | (12 buah) |
| 8. Resistor 220 Ω | (12 buah) |
| 9. Pin head 13 pin | (1 buah) |
| 10. Modul arduino | (1 Unit) |
| 11. Laptop/PC | (1 unit) |
| 12. Software Arduino | |

Langkah Kerja

10. Siapkan alat bahan sesuai yang diperlukan
11. Tata komponen sesuai gambar 11.1 dan sambungkan Modul Arduino dengan modul LED dan Laptop melalui USB connection.
12. Hidupkan Laptop dan jalankan software Arduino
13. Tulisi program Traffic light sesuai listing program yang disediakan dibawah ini.
14. Periksa hasil program dengan Instruktur
15. Compile program
16. Jalankan program
17. Perhatikan hasilnya
18. Buat laporan praktikum dan jawab pertanyaan

Gambar Kerja



Gambar 11.1

Listing Program Traffic Light

```
void setup(){
  pinMode(red,OUTPUT);
  pinMode(yellow,OUTPUT);
  pinMode(green,OUTPUT);
}
```

That was easy. Now for the difficult part – the actual logic of a traffic light. I'm going to create a separate function for changing the lights, and you'll see why later. When you first begin programming, the code itself is very rudimentary – it's figuring out the minute logic details that presents the biggest problem. The key to being a good programmer is to be able to look at any process, and break it down into its fundamental steps.

```
void loop(){
```

```
changeLights();  
delay(15000);  
}  
  
void changeLights(){  
  // green off, yellow for 3 seconds  
  digitalWrite(green,HIGH);  
  digitalWrite(yellow,LOW);  
  delay(3000);  
  
  // turn off yellow, then turn red on for 5 seconds  
  digitalWrite(yellow,LOW);  
  digitalWrite(red,HIGH);  
  delay(5000);  
  
  // red and yellow on for 2 seconds (red is already on though)  
  digitalWrite(yellow,HIGH);  
  delay(2000);  
  
  // turn off red and yellow, then turn on green  
  digitalWrite(yellow,LOW);  
  digitalWrite(red,LOW);  
  digitalWrite(green,HIGH);  
}
```

Soal:

Jelaskan cara merubah kecepatan memperlambat dan memcepat hidup dan matinya lampu merah, kuning dan hijau dalam program pengatur lampu lalu lintas ini.

Pembahasan

Merubah kecepatan memperlambat dan memcepat hidup dan matinya lampu merah, kuning dan hijau dalam program pengatur lampu lalu lintas ini dengan merubah delay pada listing program semakin besar nilai delay yang ditulis semakin lambat kecepatan hidup dan matinya lampu merah, hijau, kuning dan sebaliknya.

BAB XII

Pemrograman motor DC maju mundur

POKO BAHASAN

Praktikum Pemrograman Pemrograman motor DC maju mundur.

TUJUAN BELAJAR:

Mampu menjelaskan konsep dan memprogram pemrograman motor DC maju mundur.

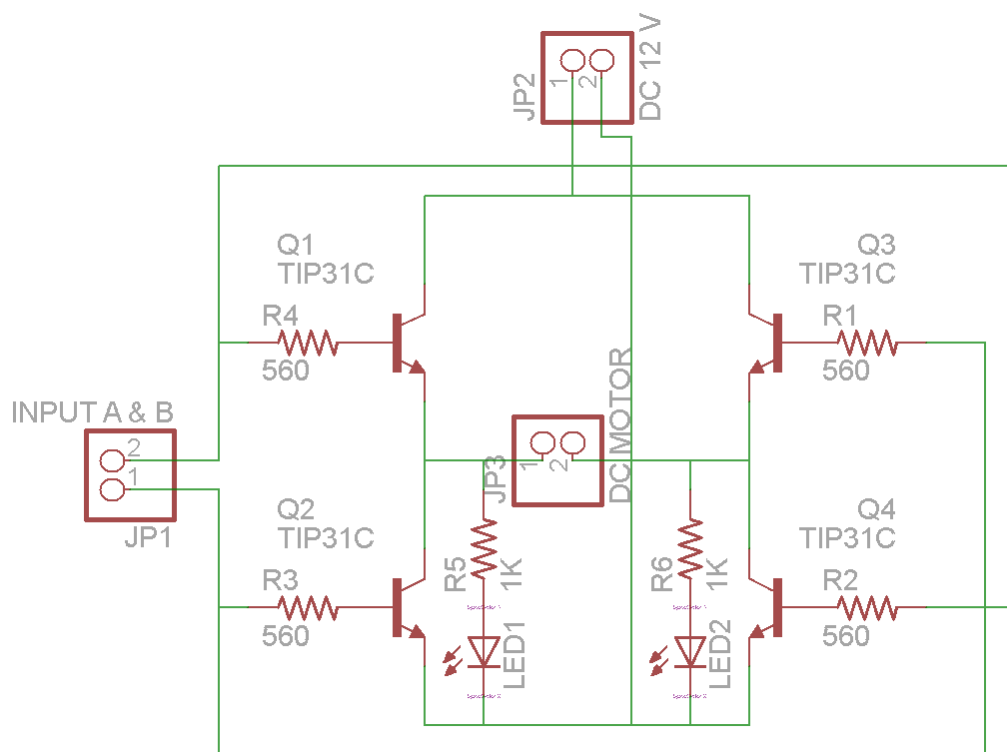
Alat/bahan:

13. Transistor TIP 41 C	(4 buah)
14. Resistor 560 Ω	(4 buah)
15. Pin head 6 pin	(1 buah)
16. Socket 2 pin	(3 buah)
17. Pin head 13 pin	(1 buah)
18. Modul arduino	(1 Unit)
19. Laptop/PC	(1 unit)
20. Software Arduino	

Langkah Kerja

19. Siapkan alat bahan sesuai yang diperlukan
20. Tata komponen sesuai gambar 12.1 dan sambungkan Modul Arduino dengan modul driver motor DC dan Laptop melalui USB connection.
21. Hidupkan Laptop dan jalankan software Arduino
- 22.** Tulisi program Pemrograman motor DC maju mundur
23. sesuai listing program yang disediakan dibawah ini.
24. Periksa hasil program dengan Instruktur
25. Compile program
26. Jalankan program
27. Perhatikan hasilnya
28. Buat laporan praktikum dan jawab pertanyaan

Gambar Kerja



Gambar 12.1

Listing Program Traffic Light

//MERUBAH KECEPATAN MOTOR DC DENGAN 3 TINGKAT

```
int MOTOR = 11;
void setup() {
  pinMode(MOTOR, OUTPUT);
}
void loop() {
  int dtwait = 1000;
  int V1=20, V2=220, V3=120;

  analogWrite(MOTOR, V1);
  delay(dtwait);
  analogWrite(MOTOR, V2);
  delay(dtwait);
  analogWrite(MOTOR, V3);
  delay(dtwait);
}
```

Soal:

Jelaskan cara merubah arah putaran motor secara bergantian otomatis dengan delay waktu 10 detik.

Pembahasan:

Untuk mengatur arah putar pada motor DC dan menggerakkan motor DC menggunakan IC L293D. IC ini dapat mengatur 2 motor DC sekaligus dan untuk mengendalikan motor DC, kita tinggal berikan pulsa atau logika yang sesuai pada EN_1 untuk mengaktifkan motor dan pin IN_1 - IN_2 untuk arah putaran, dengan output yang diperkuat pada pin OUT_1 - OUT_2 . Pada IC L293D ini dapat menggerakkan dua motor DC sekaligus, IC ini juga dapat digunakan untuk aplikasi switching sampai frekuensi 5 KHz. IC driver L293D dikemas dalam 16 pin dimana 4 pin yang dihubungkan bersama dengan ground serta tegangan input 5 Volt untuk pengaktif IC dan 12 Volt sebagai tegangan penggerak motor. Selain IC L293D, perangkat lain yang kami gunakan yaitu push ON button yang berfungsi sebagai saklar. Untuk merubah arah putaran 10 detik maka dalam program ditulis `int dtwait = 1000;`.

BAB XIII

Pemrograman Sistem PWM Arduino

POKO BAHASAN

A. Sistem Pemrograman PWM pada Arduino.

B. Praktikum Pemrograman kecepatan motor DC.

TUJUAN BELAJAR:

1. Mahasiswa dapat memahami instruksi penggunaan sistem PWM pada Arduino dan dapat memprogram pengatur kecepatan motor DC.
2. Mahasiswa mampu menulis program, compile, dan eksekusi pengatur kecepatan motor DC sistem PWM pada microcontroller Arduino.

A. Sistem Pemrograman PWM pada Arduino.

Arduino Duemilanove dapat diprogram dengan software Arduino ([download](#)). Pilih "Arduino Diecimila atau Duemilanove w / ATmega168" atau "Arduino Duemilanove w / ATmega328" dari Tools> Board menu (sesuai dengan mikrokontroler pada Board Anda). Untuk rincian, lihat [referensi](#) dan [tutorial](#).

ATmega168 atau ATmega328 pada Arduino Duemilanove dilengkapi preburned dengan [bootloader](#) yang memungkinkan Anda untuk meng-upload kode baru padanya tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Hal ini berkomunikasi menggunakan protokol STK500 asli ([referensi](#), [C file header](#)). Anda juga bisa melewati bootloader dan program mikrokontroler melalui ICSP (In-Circuit Serial Programming) Header, lihat [petunjuk ini](#) untuk rincian.

Arduino Duemilanove memiliki polyfuse reset yang melindungi port USB komputer Anda dari arus pendek dan arus lebih. Meskipun kebanyakan komputer memberikan perlindungan internal mereka sendiri, sekering menyediakan lapisan tambahan perlindungan. Jika lebih dari 500 mA diterapkan ke port USB, sekering akan secara otomatis memutuskan sambungan sampai pendek atau kelebihan beban dihilangkan.

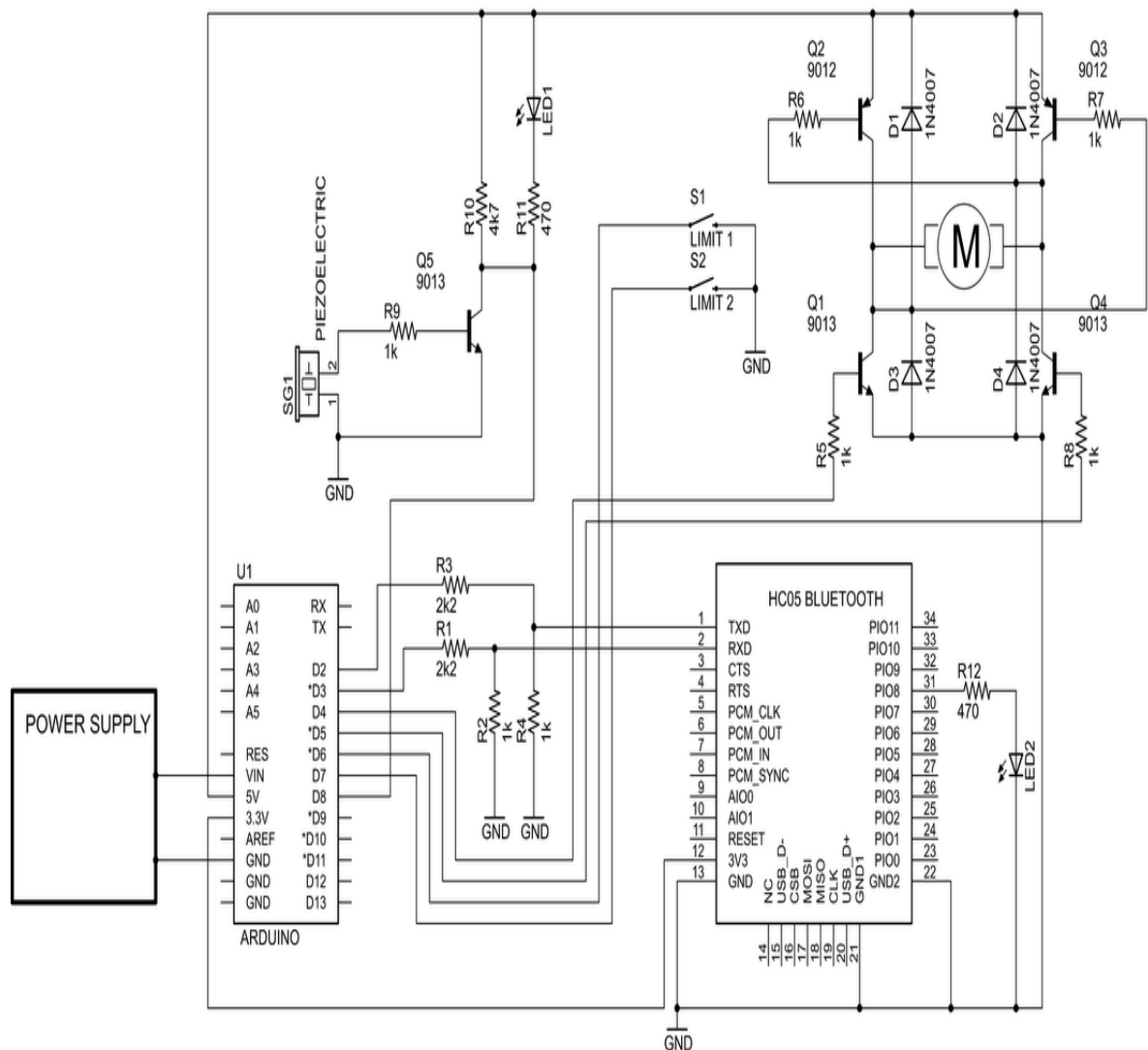
Panjang maksimum dan lebar Duemilanove PCB adalah 2,7 dan 2,1 inci masing-masing, dengan konektor USB dan colokan listrik memanjang melewati yang pertama ukuran. Tiga lubang sekrup memungkinkan board harus terpasang ke permukaan atau

case. Perhatikan bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil (0,16 "), bukan kelipatan genap dari 100 mil jarak pin lainnya.

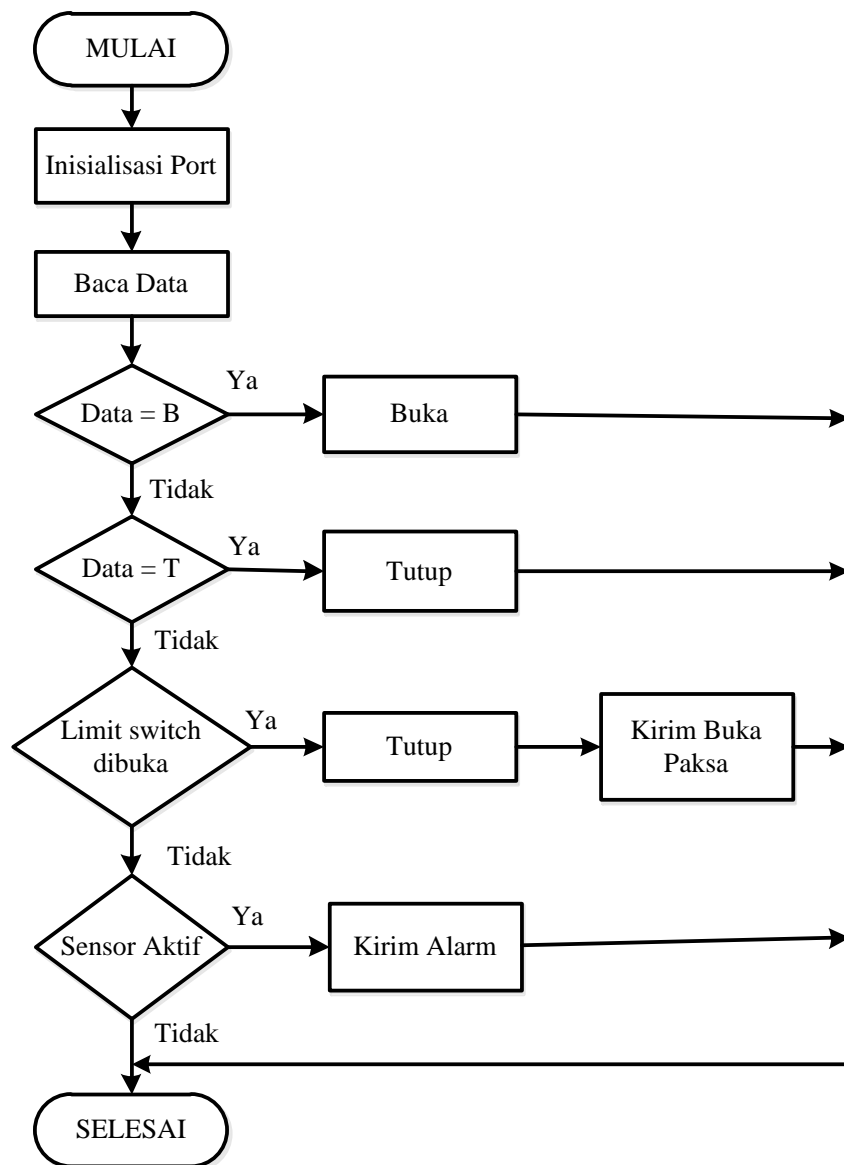
Komponen yang digunakan terdiri dari komponen elektrik dan mekanik. Komponen-komponen ini dapat digabungkan pada *board* Arduino dengan inisialisasi pin sebagai berikut:

- Pin 2 dan 3 pada Arduino R3 dihubungkan dengan rangkaian Bluetooth HC-05 .
- Pin 4 dan 5 pada Arduino R3 dihubungkan dengan rangkaian untuk menggerakkan motor pintu gerbang.
- Pin 6 dan 7 pada Arduino R3 dihubungkan dengan rangkaian switch yang terdapat pada mekanik untuk membuka dan menutup pintu gerbang.
- Pin 8 pada Arduino R3 dihubungkan dengan rangkaian sensor piezoelektrik.
- Input tegangan 3,3 volt dan 5 volt dihubungkan dengan Bluetooth HC-05.
- Tegangan input (Vin) dan Ground pada arduino R3 dihubungkan dengan *power supply* berupa Power Bank dengan kapasitas 5600 mAh.

Skema rangkaian diperlihatkan pada gambar 2.



Perangkat lunak yang dirancang ada 3 bagian, yaitu pada android dan *board* Arduino. Pada android, menggunakan android SDK (*Software Development Kit*) dan Eclipse IDE (*Integrated Development Environment*) dengan plugin ADT (*Android Development Tool*) serta bahasa pemrograman Java. Pada Arduino, menggunakan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) dengan bahasa pemrograman C. [6] Pemrograman pada android berfungsi sebagai penerima dan pengolah data sensor lalu mengirim data sensor ke unit kontrol. Pemrograman pada Arduino berfungsi sebagai penerima data dari perangkat android. Diagram alir (*flowchart*) pada pemrograman Arduino diperlihatkan pada gambar 3 dan pemrograman pada Arduino diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 3. Diagram Alir Program Utama Pada Arduino

Memori

ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis (RW/read and written) dengan [EEPROM library](#)).

Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), dan [digitalRead\(\)](#). Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima

suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm. Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

- **Serial: 0 (RX) dan 1 (TX).** Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (Transistor-Transistor Logic). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari chip Serial Atmega8U2 USB-ke-TTL.
- **External Interrupts: 2 dan 3.** Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah interrupt (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi [attachInterrupt\(\)](#) untuk lebih jelasnya.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11.** Memberikan 8-bit PWM output dengan fungsi [analogWrite\(\)](#).
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** Pin-pin ini mensupport komunikasi SPI menggunakan [SPI library](#).
- **LED: 13.** Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH LED menyala, ketika pin bernilai LOW LED mati.

Arduino UNO mempunyai 6 input analog, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 6 input analog tersebut mengukur dari ground sampai tegangan 5 Volt, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari rangenya dengan menggunakan pin AREF dan fungsi [analogReference\(\)](#). Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial:

- **TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL.** Mensupport komunikasi TWI dengan menggunakan [Wire library](#)

Ada sepasang pin lainnya pada board:

- **AREF.** Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Membawa saluran ini LOW untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblock sesuatu pada board.

Lihat juga [pemetaan antara pin Arduino dengan port Atmega328](#). Pemetaan untuk Atmega8, 168, dan 328 adalah identik.

Komunikasi

Arduino UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau mikrokontroler lainnya. Atmega 328 menyediakan

serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada channel board serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port virtual kesoftware pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan driver USB COM standar, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun, [pada Windows, sebuah file inf pasti dibutuhkan](#). Software Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan data tekstual terkirim ke dan dari board Arduino. LED RX dan TX pada board akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Sebuah [SoftwareSerial library](#) memungkinkan untuk komunikasi serial pada beberapa pin digital UNO. Atmega328 juga mensupport komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Software Arduino mencakup sebuah Wire library untuk memudahkan menggunakan bus I2C, lihat [dokumentasi](#) untuk lebih jelas. Untuk komunikasi SPI, gunakan [SPI library](#).

Programming

Arduino UNO dapat diprogram dengan software Arduino ([download](#)). Pilih “Arduino Uno dari menu **Tools > Board**(termasuk mikrokontroler pada board). Untuk lebih jelas, lihat [referensi](#) dan [tutorial](#).

ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah bootloader yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal. ATmega328 berkomunikasi menggunakan protokol STK500 asli ([referensi](#), [file C header](#))

Kita juga dapat membypass bootloader dan program mikrokontroler melalui kepala/header ICSP (In-Circuit Serial Programming); lihat [instruksi](#) untuk lebih jelas

Sumber kode firmware ATmega16U2 (atau 8U2 pada board revisi 1 dan revisi 2) tersedia. ATmega16U2/8U2 diload dengan sebuah bootloader DFU, yang dapat diaktifkan dengan:

- Pada board Revisi 1: Dengan menghubungkan jumper solder pada belakang board (dekat peta Italy) dan kemudian mereset 8U2

- Pada board Revisi 2 atau setelahnya: Ada sebuah resistor yang menarik garis HWB 8U2/16U2 ke ground, dengan itu dapat lebih mudah untuk meletakkan ke dalam mode DFU. Kita dapat menggunakan [software Atmel's FLIP](#) (Windows) atau [pemrogram DFU](#) (Mac OS X dan Linux) untuk meload sebuah firmware baru. Atau kita dapat menggunakan header ISP dengan sebuah pemrogram eksternal (mengoverwrite bootloader DFU). Lihat [tutorial user-contributed](#) ini untuk informasi selengkapnya.

Reset Otomatis (Software)

Dari pada mengharuskan sebuah penekanan fisik dari tombol reset sebelum sebuah penguploadan, Arduino Uno didesain pada sebuah cara yang memungkinkannya untuk direset dengan software yang sedang berjalan pada komputer yang sedang terhubung. Salah satu garis kontrol aliran hardware (DTR) dari ATmega8U2/16U2 dihubungkan ke garis reset dari ATmega328 melalui sebuah kapasitor 100 nanofarad. Ketika saluran ini dipaksakan (diambil rendah), garis reset jatuh cukup panjang untuk mereset chip. Software Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan kita untuk mengupload kode dengan mudah menekan tombol upload di software Arduino. Ini berarti bahwa bootloader dapat mempunyai sebuah batas waktu yang lebih singkat, sebagai penurunan dari DTR yang dapat menjadi koordinasi yang baik dengan memulai penguploadan.

Pengaturan ini mempunyai implikasi. Ketika Arduino Uno dihubungkan ke sebuah komputer lain yang sedang running menggunakan OS Mac X atau Linux, Arduino Uno mereset setiap kali sebuah koneksi dibuat dari software (melalui USB). Untuk berikutnya, setengah-detik atau lebih, bootloader sedang berjalan pada Arduino UNO. Ketika Arduino UNO diprogram untuk mengabaikan data yang cacat/salah (contohnya apa saja selain sebuah penguploadan kode baru) untuk menahan beberapa bit pertama dari data yang dikirim ke board setelah sebuah koneksi dibuka. Jika sebuah sketch sedang berjalan pada board menerima satu kali konfigurasi atau data lain ketika sketch pertama mulai, memastikan bahwa software yang berkomunikasi menunggu satu detik setelah membuka koneksi dan sebelum mengirim data ini.

Arduino Uno berisikan sebuah jejak yang dapat dihapus untuk mencegah reset otomatis. Pada salah satu sisi dari jejak dapat disolder bersama untuk mengaktifkan kembali. Pada itu diberi label "RESET-RN" Kita juga dapat menonaktifkan reset otomatis dengan menghubungkan sebuah resistor 110 ohm dari tegangan 5V ke garis reset;

Code Write you code for PWM motor control:

\\Dothepinassignmentshere

Writethesetupfunction

\\PWMdoesnotrequiresetupastheygeneratePWMoutputbydefault

Writetheloopfunction

\\maketheLEDOn,onlywhenthepushbuttonispresed

B. Praktikum Pemrograman kecepatan motor DC.

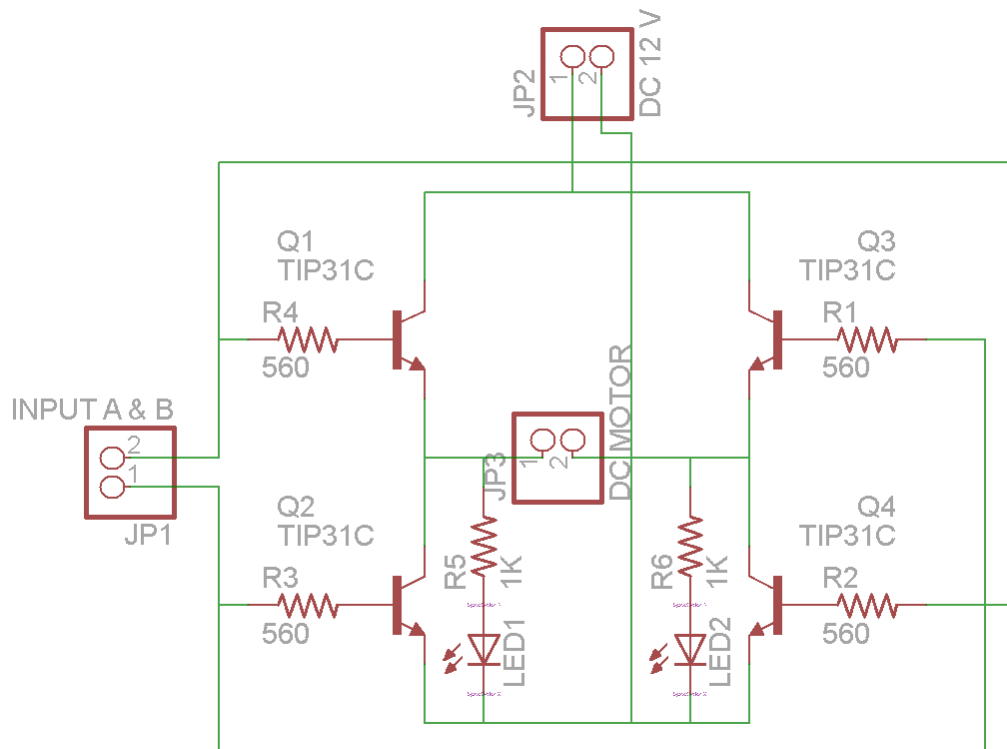
Alat/bahan:

21. Transistor TIP 41 C	(4 buah)
22. Resistor 560 Ω	(4 buah)
23. Pin head 6 pin	(1 buah)
24. Socket 2 pin	(3 buah)
25. Pin head 13 pin	(1 buah)
26. Modul arduino	(1 Unit)
27. Laptop/PC	(1 unit)
28. Software Arduino	

Langkah Kerja

29. Siapkan alat bahan sesuai yang diperlukan
30. Tata komponen sesuai gambar 12.1 dan sambungkan Modul Arduino dengan modul driver motor DC dan Laptop melalui USB connection.
31. Hidupkan Laptop dan jalankan software Arduino
- 32.** Tulisi program Pemrograman motor DC maju mundur
33. sesuai listing program yang disediakan dibawah ini.
34. Periksa hasil program dengan Instruktur
35. Compile program
36. Jalankan program
37. Perhatikan hasilnya
38. Buat laporan praktikum dan jawab pertanyaan

Gambar Kerja



Gambar 12.1

Listing Program

//MERUBAH KECEPATAN MOTOR DC DENGAN 3 TINGKAT

```
int MOTOR = 11;
void setup() {
  pinMode(MOTOR, OUTPUT);
}
void loop() {
  int dtwait = 1000;
  int V1=20, V2=220, V3=120;
```

```
  analogWrite(MOTOR, V1);
  delay(dtwait);
  analogWrite(MOTOR, V2);
  delay(dtwait);
  analogWrite(MOTOR, V3);
  delay(dtwait);
}
```


Soal:

Jelaskan cara kerja software reset otomatis pada pemrograman arduino

Pembahasan:

Arduino Uno didesain pada sebuah cara yang memungkinkannya untuk direset dengan software yang sedang berjalan pada komputer yang sedang terhubung. Salah satu garis kontrol aliran hardware (DTR) dari ATmega8U2/16U2 dihubungkan ke garis reset dari ATmega328 melalui sebuah kapasitor 100 nanofarad. Ketika saluran ini dipaksakan (diambil rendah), garis reset jatuh cukup panjang untuk mereset chip. Software Arduino menggunakan kemampuan ini untuk memungkinkan kita untuk mengupload kode dengan mudah menekan tombol upload di software Arduino. Ini berarti bahwa bootloader dapat mempunyai sebuah batas waktu yang lebih singkat, sebagai penurunan dari DTR yang dapat menjadi koordinasi yang baik dengan memulai penguploadan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annalisa Milella, Donato Di Paola, Grazia Cicirelli. 2010,” Mechatronic Systems, Applications,” In-Tech intechweb. org. Vukovar, Croatia 2010.
- Arduino Microcontroller Guide W. Durfee, University of Minnesota ver. oct-2011
Available on-line at www.me.umn.edu/courses/me2011/arduino/.
- David G. Alciator dan Michael B Histan, *Introduction to Mechatronics and Measurement Systems*, Mc Graw Hill, New York, 2003.
- DC Motors Speed controls servo system. Hand book Electro-craft corporation, 1994.
- Endra Ditawarna, *Robotika, Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006
- Frank D Petruzella, *Elektronik Industri* (terjemahan), Penerbit Andi, Yogyakarta, 2001
- J. Webb, *Industrial Control Electronics*, Macmillan Publish., New York, 1992
- J. Webb, *Programmable Logic Control*, Macmillan Publish., New York, 1992
- M. Budiyanto dan A. Wijaya, *Pengenalan Dasar-dasar PLC (Programmable Logic Controller)*, Penerbit Gaya Media, Yogyakarta, 2003
- Ogata, Katsuhiko, *Modern Control Engineering*. Ed-4th. New Jersey: Prentice Hall, Inc., 2002.
- William Bolton, *Programmable Logic Controller (PLC)*, Sebuah Penngantar, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga, 2004