

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

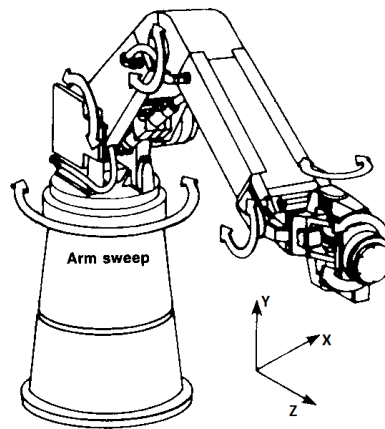
2.1 Pengertian *Arm Robot Manipulator*

Arm robot manipulator merupakan gabungan dari beberapa segmen dan sendi yang secara umum dibagi menjadi 3 bagian, yaitu: *arm*, *wrist* dan *gripper*. Konfigurasi robot digunakan untuk mengklasifikasikan robot-robot industri. Konfigurasi robot mengarah pada bentuk geometri dari *arm robot manipulator*, yaitu informasi hubungan dari setiap sendi pada manipulator. *Robotics Industries Association* (RIA) mendefinisikan robot sebagai manipulator yang didesain untuk memindahkan material, benda, alat atau peralatan tertentu lewat pergerakan yang terprogram untuk melakukan berbagai macam tugas.

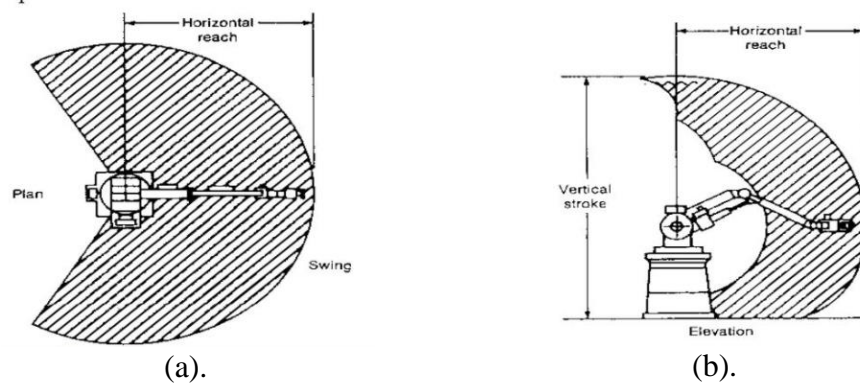
Konfigurasi merujuk pada bagaimana cara tiap sambungan (*link*) manipulator terhubung antara satu dengan yang lain pada setiap sendi. Tiap sambungan (*link*) akan terhubung pada *link* berikutnya, baik berupa hubungan *linear joint* (*sliding* atau *prismatik*), yang dapat disingkat dengan P, atau berupa hubungan *revolute joint*, yang dapat disingkat dengan R. Dengan menggunakan notasi ini, sebuah robot dengan tiga *revolute joint*, disingkat menjadi RRR, atau sebuah *revolute joint* yang diikuti dengan 2 *prismatik joint* disingkat menjadi RPP. Secara umum terdapat lima konfigurasi robot yang digunakan di industri, yaitu: *Cartesian Robot*, *Cylindrical Robot*, *Spherical Robot*, *Articulated Robot*, dan SCARA (*Selectively Compliant Assembly Robot Arm*). DOF adalah singkatan dari *degree of freedom*. Setiap sendi minimal terdiri dari 1 DOF. Robot lengan mempunyai rata-rata 3 DOF sehingga dapat bergerak ke atas-bawah, ke kiri-kanan, ke depan-belakang. [2]

2.1.1 Konfigurasi *Articulated*

Konfigurasi *articulated* (*anthromorphic*) terdiri dari empat *revolute joint* (RRRR). Konfigurasi ini memiliki pergerakan yang mendekati pergerakan tangan manusia. Area kerjanya sangat luas tetapi dengan bentuk geometri yang kompleks yang menjadikan perhitungan persamaan geraknya menjadi cukup rumit. [1]



Gambar 2.1 Konfigurasi *Articulated* [2]



Gambar 2.2 Area Kerja Konfigurasi *Articulated*
 a. Area kerja tampak atas
 b. Area kerja tampak samping. [2]

2.2 Mikrokontroller

Mikrokontroller adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroller ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroller menjadi sangat ringkas.

Mikrokontroller tersusun dalam satu *chip* dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroller dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. [1]

2.2.1 *Raspberry Pi 3 Model B*

Raspberry Pi adalah sebuah komputer kecil yang berukuran seperti sabun mandi batang. Karena *Raspberry* adalah sebuah komputer, maka secara fungsi tidak berbeda dengan komputer berukuran besar yang ada di sekolah, rumah, kantor, atau laptop. Artinya, *Raspberry Pi* bisa digunakan untuk membuat dokumen, menghitung, menggambar, *browsing* internet, *men-download*, mencetak dokumen, menonton film, memutar musik maupun bermain game. Karena ukurannya yang kecil, *Raspberry Pi* dapat dibawa ke mana saja, berat *Raspberry Pi* juga tidak lebih dari dua bungkus mie instan. Karena ukurannya yang kecil dan ringan maka bukan tidak mungkin *Raspberry Pi* dapat masuk kedalam saku atau tas dengan mudah.

Raspberry Pi diciptakan oleh sekelompok orang di Inggris. Awalnya, *Raspberry Pi* digunakan untuk membantu orang-orang di Afrika untuk belajar komputer dengan biaya murah. Sehingga, orang-orang yang tidak mampu juga dapat belajar komputer tanpa harus mengeluarkan biaya besar. Dalam pengembangannya, *Raspberry Pi* menarik banyak minat orang karena kemampuannya yang lebih dari sekedar komputer. Sistem operasi utama untuk *Raspberry Pi* adalah *Raspbian OS* dan didasarkan dari *Debian (based on Debian)*. Sistem operasi ini adalah distribusi *Linux* sehingga tampilannya akan berbeda dengan sistem operasi *Windows*.

Salah satu jenis *mini computer* yang di produksi oleh perusahaan *Raspberry Pi* adalah jenis *Raspberry Pi 3 Model B* yang merupakan model terbaru. Model ini merupakan yang terbaik saat ini karena kecepatannya mencapai 4 kali lipat dibandingkan *Raspberry Pi 2*. Selain itu, versi ini sudah memiliki *built-in* Wi-Fi (802.11n) dan *Bluetooth 4*, serta *Bluetooth Low Energy (BLE)*. Spesifikasinya adalah sebagai berikut :

- *Broadcom BCM2387 64 bit ARMv7 Quad core Processor powered Single Board Computer running at 1.2 Ghz.*
- 1 GB RAM (*Random Access Memory*)
- *BCM43143 Wi-Fi on board*
- *Bluetooth Low Energy (BLE) o board*
- 40 pin extended GPIO

- 4 x USB 2 ports
- 4 pole stereo output dan composite video port
- Full size HDMI
- CSI camera port untuk koneksi pi camera
- DSI display port untuk koneksi touch screen display
- Micro USB untuk penyimpanan data

Raspberry Pi3 model B memiliki harga yang sama dengan *Raspberry Pi2*. Oleh Karena itu, model ini memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi sehingga pengguna tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk membeli Wifi dan Bluetooth USB. Karena lebih cepat dan lengkap, *Raspberry Pi3 model B* memerlukan daya yang lebih besar yaitu menggunakan sumber daya dengan arus diatas 2.5 A. Saat daya yang dibutuhkan lebih kecil, maka voltase yang masuk ke *Raspberry Pi 3 model B* akan menurun sehingga jika membuat *project* yang menggunakan *display* atau layer LCD, tampilan akan terganggu. Saat voltase turun dibawah 4.65 Volt, maka peringatan akan muncul berupa tanda pelangi atau petir pada *desktop*. (Dinata, Andi., 2017, *Physical Computing dengan Raspberry Pi*)



Gambar 2.3 *Raspberry Pi 3 Model B*. [3]

2.2.2 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (integrated circuit) ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport

mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga battery.



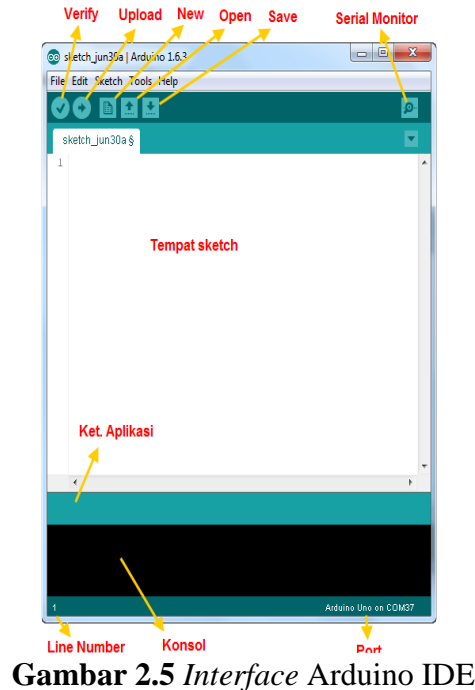
Gambar 2.4 *Arduino Uno R3*. [3]

Keunggulan board Arduino Uno Revision 3 antara lain:

- a. 1.0 pinout: ditambahkan pin SDA dan SCL di dekat pin AREF dan dua pin lainnya diletakkan dekat tombol RESET, fungsi IOREF melindungi kelebihan tegangan pada papan rangkaian. Keunggulan perlindungan ini akan kompatibel juga dengan dua jenis board yang menggunakan jenis AVR yang beroperasi pada tegangan kerja 5V dan Arduino Due tegangan operasi 3.3V
- b. Rangkaian RESET yang lebih mantap.
- c. Penerapan ATmega 16U2 pengganti 8U2.

2.2.2.1 Arduino Ide

Untuk memprogram board Arduino, kita butuh aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino misalkan saja Arduino 1.6.6. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*Sketches*, para *programmer* menyebut *source code* arduino dengan istilah "*sketches*"). Selanjutnya, jika kita menyebut *source code* yang ditulis untuk Arduino, kita sebut "*sketch*" juga ya :). Sketch merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).



Gambar 2.5 Interface Arduino IDE

Interface Arduino IDE tampak seperti gambar 1.5. Dari kiri ke kanan dan atas ke bawah, bagian-bagian IDE Arduino terdiri dari:

- a. **Verify** : pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah *Compile*. Sebelum aplikasi diupload ke *board* Arduino, biasanya untuk memverifikasi terlebih dahulu *sketch* yang dibuat. Jika ada kesalahan pada *sketch*, nanti akan muncul error. Proses Verify / *Compile* mengubah *sketch* ke *binary code* untuk diupload ke mikrokontroler.
- b. **Upload** : tombol ini berfungsi untuk mengupload *sketch* ke *board* Arduino. Walaupun kita tidak mengklik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung diupload ke *board*. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *source code* saja.
- c. **New Sketch** : Membuka window dan membuat *sketch* baru
- d. **Open Sketch** : Membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file **.ino**
- e. **Save Sketch** : menyimpan *sketch*, tapi tidak disertai mengcompile.
- f. **Serial Monitor** : Membuka *interface* untuk komunikasi serial, nanti akan kita diskusikan lebih lanjut pada bagian selanjutnya

- g. **Keterangan Aplikasi** : pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal "*Compiling*" dan "*Done Uploading*" ketika kita mengcompile dan mengupload *sketch* ke *board* Arduino
- h. **Konsol** : Pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi mengcompile atau ketika ada kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan baris akan diinformasikan di bagian ini.
- i. **Baris Sketch** : bagian ini akan menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada *sketch*.
- j. **Informasi Port** : bagian ini menginformasikan *port* yang dipakai oleh *board* Arduino.

2.2.3 Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable logic controller atau singkatnya dikenal dengan istilah PLC merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis-mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi sensial logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmatika guna mengontrol mesin - mesin dan proses-proses dan dirancang untuk dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan bahasa pemrograman.



Gambar 2.6 Programmable Logic Controller (PLC). [6]

Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah : “Sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan di desain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun *analog*”.

PLC sebagai pengontrol sistem, bekerja berdasarkan masukan yang diterima kemudian menentukan keluarannya sesuai dengan program yang telah di buat. PLC Scheineder TWDLCAA16DRF merupakan jenis PLC Scheineder yang modular. PLC ini diproduksi oleh Scheineder. Seri PLC Scheineder TWDLCAA16DRF yang akan digunakan pada Tugas Akhir nanti.

2.2.3.1 Perangkat Otomasi dan PLC

1. Perangkat Otomasi

a. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah piranti elektronika berupa IC (*integrated Circuit*) yang memiliki kemampuan manipulasi data (informasi) berdasarkan suatu urutan instruksi (program). Dalam sebuah struktur mikrokontroler akan kita temukan juga komponen-komponen seperti *processor, memory, clock* dan lain – lain.

b. Mikroprosesor

Mikroprosesor adalah CPU atau *Central Processing Unit* yang terdapat dalam satu chip. CPU didesain dengan chip. CPU didesain dengan (MSI/LSI) yang terintegrasi dengan jumlah medium ataupun besar. (Bolton, William. 2004. *Programmable Logic Control*. Jakarta).

c. PLC (*Programmable Logic Controller*)

Sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan di desain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan

fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

2. Perangkat PLC

a. Modul Catu Daya (*Power Supply*)

Power supply adalah sumber tegangan yang berfungsi memberikan tegangan DC ke berbagai modul PLC lainnya selain modul tambahan dengan kemampuan arus total sekitar 20 A sampai 50 A, yang sama dengan *battery lithium integral* (yang digunakan sebagai *memory backup*).

b. Modul CPU

Modul CPU yang disebut juga modul kontroler atau prosesor terdiri dari dua bagian:

- Proses berfungsi mengoperasikan dan mengkomunikasikan modul-modul PLC melalui bus-bus serial atau paralel yang ada dan mengeksekusi program kontrol.
- Memori yang berfungsi menyimpan informasi digital yang bisa diubah dan berbentuk tabel data, register citra, atau RLL (*Relay Ladder Logic*), yang merupakan program pengendali proses.

c. Modul Program Perangkat Lunak

PLC mengenal berbagai macam perangkat lunak, termasuk *State Language*, SFC, dan bahkan C. Yang paling populer digunakan ialah RLL (*Relay Ladder Logic*). Semua bahasa pemrograman tersebut dibuat berdasarkan proses sekuensial yang terjadi dalam *plant* (sistem yang dikendalikan). Semua instruksi dalam program akan dieksekusi oleh modul CPU, dan penulisan program itu bisa dilakukan pada keadaan *on line* maupun *off line*. Jadi PLC dapat bisa ditulisi program kontrol pada saat ia mengendalikan proses tanpa mengganggu pengendalian yang sedang dilakukan. Eksekusi perangkat lunak tidak akan mempengaruhi operasi I/O yang tengah berlangsung.

d. Modul I/O

Modul I/O merupakan modul masukan dan modul keluaran yang bertugas mengatur hubungan PLC dengan piranti *eksternal* atau periferan yang bisa berupa suatu komputer *host*, saklar-saklar, unit penggerak motor, dan berbagai macam sumber sinyal yang terdapat dalam plant.

2.2.3.2 Bahasa Program (*Ladder Diagram*)

Diagram tangga adalah suatu diagram mirip anak tangga yang menggambarkan urutan kerja dari sistem kontrol *Ladder diagram* menggunakan simbol standar untuk merepresentasikan elemen rangkaian dan fungsi dalam sistem kontrol. *Ladder diagram* terdiri dari dua garis vertikal. Antara kedua garis vertikal tersebut terdapat simbol-simbol switch contact *normally open* (NO), switch contact *normally close* (NC), *timer*, *counter*, fungsi dan output (*coil*). Adapun keuntungan menggunakan bahasa pemrograman *ladder diagram* pada PLC adalah :

- *Ladder diagram* dinyatakan dalam suatu bentuk umum simbolik untuk relay yang dikontrol oleh rangkaian elektrik.
- *Ladder diagram* relatif paling mudah dipahami secara umum simbol yang digunakan mirip dengan gambar dalam rangkaian *relay*/kontaktor.
- *Ladder diagram* dan *Instruction List* adalah bahasa yang paling umum digunakan.

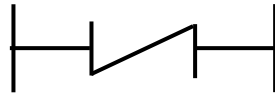
Dalam pemrograman dengan diagram tangga terdapat beberapa simbol – simbol utama yang sering dijumpai dalam setiap pemrograman. Di antara adalah sebuah simbol kontak atau saklar *Normally Open* (NO), *Normally Close* (NC), *output* berupa *coil*, *timer*, *counter*, *set* dan *reset* dan lain sebagainya. Berikut akan dijelaskan beberapa jenis simbol pada pemrograman dengan diagram tangga.

1. *Normally Open (NO)*



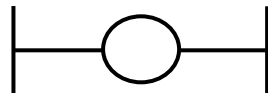
Merupakan sebuah kontak yang terbuka dimana *input* kontak ini berfungsi sebagai switching untuk membuka atau mengalirkan arus dari *input* menuju *output*. Pada tiap *input* kontak harus diisikan dengan alamat yang telah sesuai dengan ketentuan pabrikan PLC yang digunakan.

2. *Normally Close (NC)*



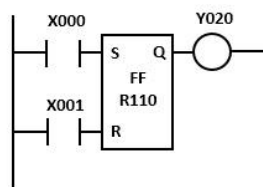
Merupakan sebuah kontak tertutup yang berfungsi sebagai switching untuk menutup atau memutuskan suatu aliran arus dari *input* menuju *output*. Aliran arus yang diputuskan ini adalah hanya aliran arus yang terdapat pada alamat *input* kontak ini saja. *Input* kontak ini hampir sama seperti gerbang logika NOT.

3. *Coil*



Merupakan sebuah *coil output* dimana merupakan proses akhir dari baris diagram tangga. *Output* ini akan menghasilkan atau mengaktifkan suatu sistem yang diatur dari beberapa kombinasi *input* kontak. *Output coil* dapat diteruskan kembali menjadi inputan dalam baris baru diagram tangga dengan alamat yang sama.

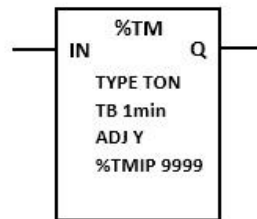
4. *Set dan Reset*



Simbol *Set* dan *Reset* seringkali terlihat pada sejumlah diagram tangga dengan program *Flip – Flop*. Instruksi *set* (menetapkan) akan mengakibatkan sebuah kontak atau *relay* mempertahankan keadaannya, yaitu terkunci atau *latching*. Kontak atau *relay* selanjutnya akan tetap

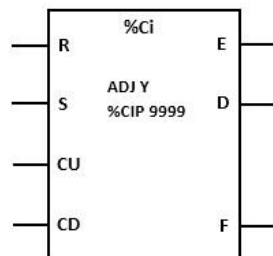
berada dalam kondisi tersebut sampai instruksi *reset* diterima. Ilustrasi dari *set* dan *reset* ini dapat dilihat pada contoh pemrograman *flip – flop* di atas dengan notasi Mitsubishi.

5. Timer



Timer dalam pemrograman PLC seringkali digunakan untuk pengatur waktu proses dan dapat digunakan sebagai komponen *delay* (*timer on delay*). Umumnya simbol *timer* pada PLC berupa kotak fungsi yang dapat diatur memberikan suatu keluaran kondisi ON waktu tertentu. Pada contoh simbol di atas, terdapat beberapa fitur *timer* yang harus diset sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan seperti nomor *timer*, *jenis timer*, *time base*, *current value*, *preset* dan *data editor*.

6. Counter



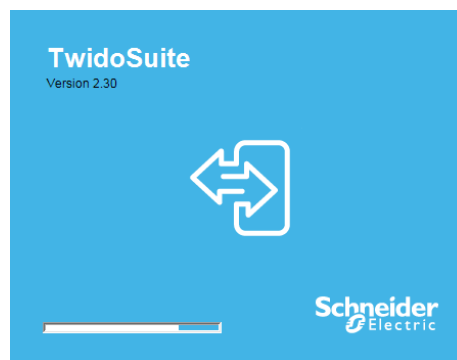
Counter dalam PLC bekerja seperti pada *counter* mekanik atau elektronik yaitu membandingkan nilai yang terkumpul dengan nilai pengaturan, hasil perbandingan digunakan sebagai acuan *output*. Aplikasi – aplikasi program PLC yang menggunakan *counter* secara umum adalah sebagai berikut :

- Menghitung hingga ke suatu nilai *preset*, setelah tercapai akan menghasilkan suatu sistem.
- Membuat suatu sistem tetap terjadi, sampai *counter* mencapai nilai *reset* baru berhenti.

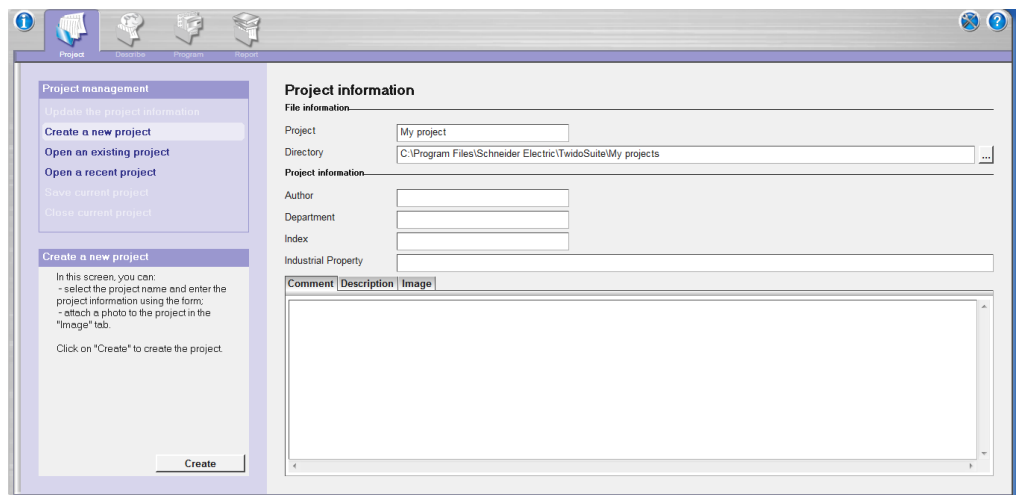
2.2.3.3 Software pengendali PLC

Untuk melakukan *running* pada PLC Schneider TWDLCAA24DRF, dibutuhkan sebuah *software* pendukung yang dapat melakukan proses pengkodean pada PLC ini. *Software* tersebut adalah TwidoSuite Version 2.30. *Software* ini memiliki beberapa keunggulan diantaranya. [6]

- a. Mudah dalam pemrograman
- b. Comissioning mudah (pemrograman melalui USB/Ethernet, fungsi upload, menyimpan atau mengembalikan data).
- c. Fleksibilitas dan Skalabilitas



Gambar 2.7 Software TwidoSuite
(Dokumentasi penelitian)



Gambar 2.8 Tampilan awal TwidoSuite
(Dokumentasi penelitian)

2.3 *Actuator*

Penggerak adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Penggerak diaktifkan dengan menggunakan lengan mekanis yang biasanya digerakan oleh motor listrik, yang dikendalikan oleh media pengontrol otomatis yang terprogram di antaranya mikrokontroler.

Penggerak adalah elemen yang mengkonversikan besaran listrik analog menjadi besaran lainnya misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromagnetik yang menghasilkan daya gerakan sehingga dapat menghasilkan gerakan pada robot. Untuk meningkatkan tenaga mekanik penggerak ini dapat dipasang sistem *gearbox*.

Penggerak dapat melakukan hal tertentu setelah mendapat perintah dari controller. Misalnya pada suatu robot pemetik buah, jika terdapat buah, maka sensor akan memberikan informasi pada controller yang kemudian akan memerintah pada penggerak untuk bergerak mendekati posisi buah.

2.3.1 *Pneumatic*

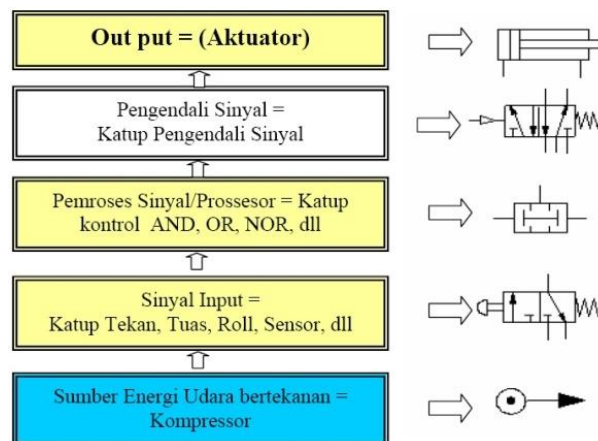
Pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu '*pneuma*' yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas maupun di bawah 1 atmosfer (*vacuum*). Berdasarkan pengertian tersebut berarti pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan. Sistem pneumatik memiliki aplikasi yang luas karena udara pneumatik bersih dan mudah didapat. Industri yang menggunakan sistem pneumatik dalam proses produksi seperti industri makanan, industri obat-obatan, industri pengepakan barang maupun industri yang lain [2].

Penggunaan udara bertekanan sebenarnya masih dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan proses produksi, misalnya untuk melakukan gerakan mekanik yang selama ini dilakukan oleh tenaga manusia, seperti menggeser, mendorong, mengangkat, menekan, dan lain sebagainya. Gerakan mekanik tersebut dapat dilakukan juga oleh komponen pneumatik, seperti silinder pneumatik, motor pneumatik, robot pneumatik, rotasi maupun gabungan keduanya. Perpaduan darigerakan mekanik oleh *aktuator* pneumatik dapat dipadu

menjadi gerakan mekanik untuk keperluan proses produksi yang terus menerus (*continue*), dan *flexibel*.

Udara yang digunakan dalam pneumatik sangat mudah didapat disekitar kita. Udara dapat diperoleh dimana saja kita berada, serta tersedia dalam jumlah banyak. Udara yang terdapat di sekitar kita juga sebagian besar bersih dari kotoran dan zat kimia yang merugikan. Udara juga dapat dibebani lebih tanpa menimbulkan bahaya yang besar. Sifat pneumatik yang tahan terhadap suhu, membuat pneumatik banyak digunakan pada industri pengolahan logam dan sejenisnya.

Prinsip kerja dari pneumatik secara umum yaitu udara yang dihisap oleh kompresor, akan disimpan dalam suatu tabung penampung. Udara dari kompresor sebelum digunakan, diolah terlebih dahulu di dalam regulator agar menjadi kering dan mengandung sedikit pelumas. Udara yang keluar dari regulator baru dapat digunakan menggerakkan katub penggerak, baik berupa silinder yang bergerak translasi maupun motor pneumatik yang bergerak rotasi. Gerakan bolak-balik dan berputar pada aktuator digunakan untuk berbagai keperluan gerakan.



Gambar 2.9 Klasifikasi elemen sistem pneumatic. [4]

2.3.1.1 *Double Acting Cylinder*

Salah satu jenis *actuator pneumatic* adalah *double acting cylinder*. *Double acting cylinder* adalah elemen gerak linier dengan dua masukan tekanan, jadi dalam otomasi harus dikontrol tekanan untuk maju atau mundur dari pistonnya.



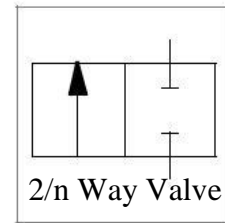
Gambar 2.10 *Double Acting Cylinder*. [4]

Silinder ini mendapat suplai udara kempa dari dua sisi. Konstruksinya hampir sama dengan silinder kerja tunggal. Keuntungannya adalah bahwa silinder ini dapat memberikan tenaga kepada dua belah sisinya. Silinder kerja ganda ada yang memiliki batang torak (piston rod) pada satu sisi dan ada pada kedua pula yang pada kedua sisi. Konstruksinya yang mana yang akan dipilih tentu saja harus disesuaikan dengan kebutuhan. Silinder pneumatik penggerak ganda akan maju atau mundur oleh karena adanya udara bertekanan yang disalurkan ke salah satu sisi dari dua saluran yang ada. Silinder pneumatik penggerak ganda terdiri dari beberapa bagian, yaitu torak, seal, batang torak, dan silinder. Sumber energi silinder pneumatik penggerak ganda dapat berupa sinyal langsung melalui katup kendali, atau melalui katup sinyal ke katup pemroses sinyal (processor) kemudian baru ke katup kendali. Pengaturan ini tergantung pada banyak sedikitnya tuntutan yang harus dipenuhi pada gerakan aktuator yang diperlukan. Secara detail silinder pneumatik dapat dilihat seperti gambar 2.4 .Silinder yang akan digunakan pada Tugas Akhir nanti menggunakan double acting cylinder dengan diameter 16mm panjang langkah 75mm

2.3.1.2 *Valve*

1. Katup pengarah (*Directional Control Valve*), terdiri dari 2 jenis katup:
 - a. Katup *poppet*, yang bekerja dengan cara melepas dan menempelkan bola/piringan terhadap dudukannya yang terpasang 'seal' yang bersifat elastis namun kuat. Gaya untuk menggerakkan katup *poppet* relatif besar karena harus melawan gaya pegas pada saat posisi kerja.
 - b. Katup geser (*slide valve*), yang bekerja dengan menggeser silinder atau piringan. Ada beberapa jenis dari katup ini, yaitu :

- *2/2 way valve* : mempunyai 2 *port* pada masing-masing kotak

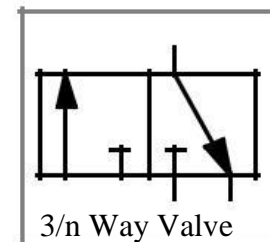


(a). Gambar asli

(b). Spesifikasi valve

Gambar 2.11 Komponen dan simbol dari *2/2 way valve*

- *3/2 way valve* : mempunyai 3 *port* pada masing-masing kotak.

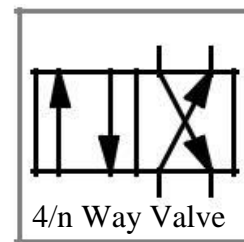


(a). Gambar asli

(b). Spesifikasi valve

Gambar 2.12 Komponen dan simbol dari *3/2 way valve*

- *4/2 way valve* : mempunyai 4 *port* pada masing-masing kotak.

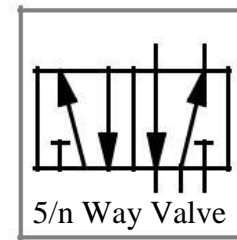


(a). Gambar asli

(b). Spesifikasi valve

Gambar 2.13. Komponen dan simbol dari *4/2 way valve*

- *5/2 way valve* : mempunyai 5 port pada masing-masing kotak.



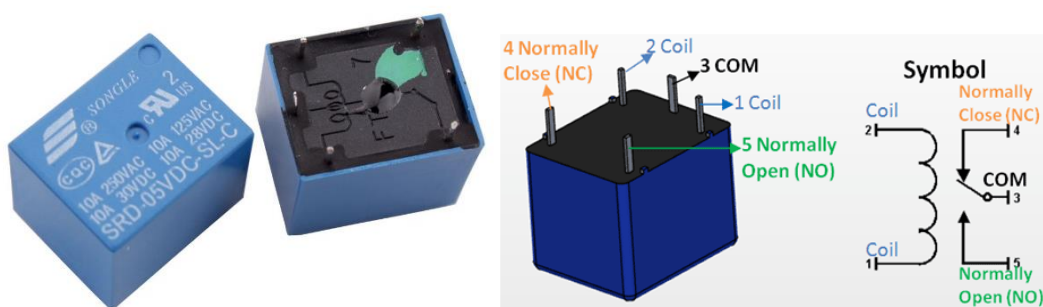
(a). Gambar asli

(b). Spesifikasi valve

Gambar 2.14. Komponen dan simbol dari *5/2 way valve*. [4]

2.4 Relay 5VDC

Relay adalah suatu piranti 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.

**Gambar 2.15** Relay 5VDC. [4]

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

- a) Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- b) 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. *Coil* (kumparan), merupakan komponen utama *relay* yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.

Kontak, yang terdiri dari *Normally Close* dan *Normally Open*

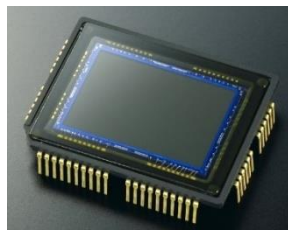
2.5 Pengertian Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut transduser. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

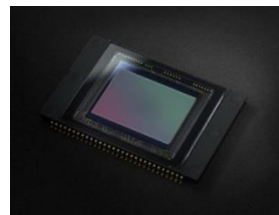
D.Sharon. dkk. (1982). Mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, maupun energi mekanik. Contohnya kamera sebagai sensor penglihatan, mikrofon sebagai sensor pendengaran, LDR (*Light Dependence Resistance*) sebagai sensor cahaya, dan masih banyak lagi jenis sensor lainnya.

2.5.1 Sensor Citra

Citra adalah gambaran yang tampak pada cermin atau melalui lensa kamera. Sensor citra adalah sebuah alat atau sensor yang berfungsi secara umum berfungsi untuk membuat atau menangkap suatu gambar dari objek, yang selanjutnya akan dibiarkan melalui lensa pada sensor CCD dan sensor CMOS kemudian direkam dan disimpan dalam format digital.



(a). Sensor CCD



(b). Sensor CMOS

Gambar 2.16 Perbedaan Sensor CCD dan Sensor CMOS. [1]

Sensor tersebut terdiri atas berbagai sel yang tersusun membentuk persegi panjang. Tiap satu sel sensor tersebut merepresentasikan satu *pixel*, jadi banyaknya sel dalam satu sensor kamera sesuai dengan besarnya *pixel* gambar yang dapat dihasilkan dari kamera tersebut. Sel sensor pada kamera tersebut bersifat *photosensitive*. Artinya, saat terkena cahaya, sel sensor akan menghasilkan sinyal listrik berupa tegangan yang besarnya sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya. Tegangan yang dihasilkan tersebut kemudian diproses oleh prosesor yang ada pada sensor tersebut untuk mengolah sinyal tersebut menjadi warna. Hasil dari seluruh sel sensor kemudian disatukan dan membentuk satu kesatuan gambar yang utuh.

Sensor kamera ini sangat berpengaruh terhadap kualitas gambar. Untuk jumlah *pixel* yang sama, sensor yang ukurannya lebih besar dapat menghasilkan gambar dengan kualitas yang lebih baik. Hal ini dikarenakan sensor yang berukuran lebih besar umumnya lebih peka terhadap cahaya, sehingga intensitas cahaya yang diterimanya pun dapat lebih besar. Inilah mengapa kualitas gambar kamera DSLR bisa jauh lebih baik dari kamera HP meski resolusinya sama. [5]

2.5.2 Elemen-Elemen Citra Digital

Citra digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar tersebut dimanipulasi dalam pengolahan citra dan dieksploitasi lebih lanjut dalam *computer vision*. Elemen-elemen dasar yang penting diantaranya adalah :

2.5.2.1 Kecerahan

Kecerahan adalah kata lain untuk intensitas cahaya. Kecerahan pada sebuah titik (*pixel*) di dalam citra bukanlah intensitas yang sebenarnya, tetapi merupakan intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya. Sistem visual manusia mampu menyesuaikan dirinya dengan tingkat kecerahan (*brightness level*) mulai dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi.

2.5.2.2 Kontras

Kontras merupakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah citra. Citra dengan kontras rendah dicirikan oleh sebagian besar komposisi citranya adalah terang atau sebagian besar gelap. Pada citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.

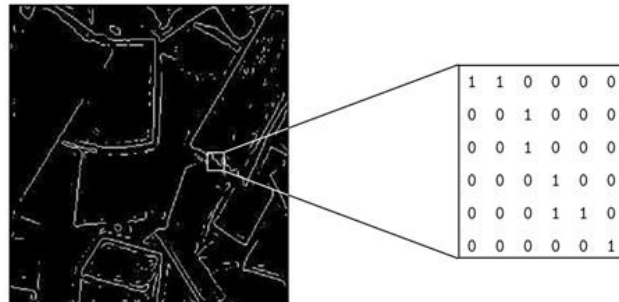
2.6 Visual Image Processing

Image processing adalah suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan input berupa gambar (*image*) dan ditransformasikan menjadi gambar lain sebagai keluarannya dengan teknik tertentu. *Image processing* dilakukan untuk memperbaiki kesalahan data sinyal gambar yang terjadi akibat transmisi dan selama akuisisi sinyal, serta untuk meningkatkan kualitas penampakan gambar agar lebih mudah diinterpretasi oleh sistem penglihatan manusia baik dengan melakukan manipulasi dan juga penganalisisan terhadap gambar. Terdapat empat tipe dasar citra digital, berikut dua tipe dasar citra digital yang digunakan dalam tugas akhir ini : (Ade, 2017., *Image Processing*)

2.6.1 Citra Digital Bertipe Biner

Pada citra digital dengan tipe biner, setiap *pixel* pada citra hanya memiliki dua nilai saja yaitu 0 dan 1. Nilai 0 mewakili warna hitam dan nilai 1 mewakili warna putih. Karena hanya memiliki 2 nilai yang mungkin untuk setiap *pixel*,

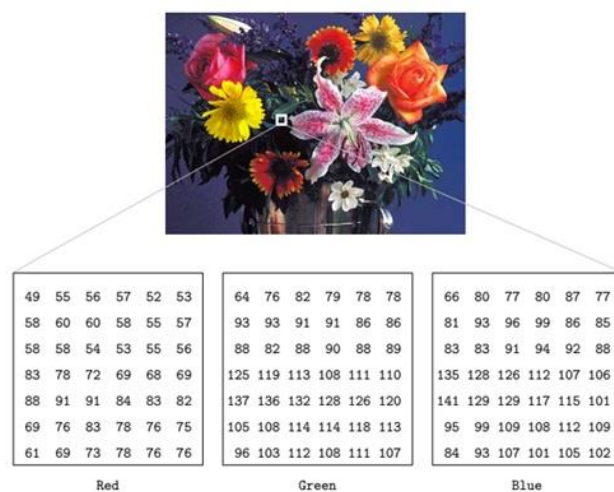
maka setiap *pixel*hanya memiliki ukuran 1 bit saja. Citra dengan tipe biner seperti ini akan sangat efisien dalam proses penyimpanannya. Berikut adalah contoh tipe citra biner, dimana warna putih mewakili *pixel* tepi dan warna hitam mewakili latar belakang.(Kurnianto, Danny., 2016, Empat Tipe Dasar Citra Digital).



Gambar 2.17 Citra Digital Bertipe Biner. [7]

2.6.2 Citra Digital Bertipe Warna RGB atau *True Colour*

Pada citra dengan tipe RGB, setiap *pixel* memiliki 3 komponen warna , yaitu merah (R), hijau(G) dan biru (B). Setiap komponen warna memiliki jangkauan nilai antara 0 sampai 255 (8 bit). Hal ini akan memberikan kemungkinan total warna sebanyak $255^3 = 16\,777\,216$. Jadi total ukuran bit untuk setiap *pixel* adalah 24 bit (8 bit R, 8 bit G dan 8 bit B). Citra seperti ini biasanya juga disebut dengan citra warna 24 bit. Berikut adalah contoh citra bertipe RGB.(Kurnianto, Danny., 2016, Empat Tipe Dasar Citra Digital).



Gambar 2.18 Citra Digital Bertipe RGB. [7]