

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Rujukan penelitian yang pernah dilakukan untuk mendukung penulisan skripsi ini antara lain : Skripsi Arifin, Ilfan.2015 Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang tentang *Automatic Water Level Control* Berbasis *Mikrocontroller* dengan Sensor Ultrasonik. Di simpulkan bahwa sistem yang dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan pompa air dalam mengalirkan air. Penggunaan relai sebagai saklar elektro mekanik yaitu pemutus dan penghubung sumber tegangan pompa air yang dikontrol dengan mikrokontroler ATmega 328, dan LED sebagai indikator.

Penelitian oleh Dicky Widya Azhari, Ika Lestari, Retno Dwi Aryani, dan Samuel Beta.2016 Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Semarang tentang Kontrol Level Air Berbasis Arduino. Di simpulkan dari penelitian tersebut bahwa Arduino Uno sebagai pengendali utama dari sistem kontrol level air yang dirancang, penggunaan sensor ultrasonik, sensor water flow, dan sensor elektroda sebagai pendeteksi, relai sebagai saklar elektro mekanik, LED sebagai indikator dan LCD sebagai penampil(*display*).

Tugas akhir Afri, Khairul.2016 Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang tentang Perancangan Sistem Pengaman Pompa Air di dalam Sumur Berbasis PLC. Disimpulkan bahwa sistem yang dirancang guna mengamankan pompa air keadaan air di dalam sumur bertambah. Mesin pompa air sebagai objek yang diamankan, dengan PLC sebagai pengendali utama, relai sebagai saklar elektro mekanik, *buzzer* sebagai indikator.

Prih Sumardjati,dkk. 2007 dalam buku Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3. Buku ini berisi tentang enam bab, yaitu: (I)Bahaya listrik dan Sistem

Pengamanannya, (II) Instalasi Listrik, (III) Peralatan Listrik Rumah Tangga, (IV) Sistem Pengendalian, (V) Mesin-mesin Listrik, dan (VI) PLC. Antar bab yang termuat dalam buku ini memiliki hubungan dan saling keterkaitan yang akan membentuk lingkup pemahaman tentang pemanfaatan tenaga listrik secara luas dan mudah dipahami, dan dapat dimisalkan sebagai suatu sistem dalam industri, yang tercakup aspek penyaluran tenaga listrik secara spesifik ke sistem penerangan dan juga beban lainnya (bagian Instalasi Listrik), mengenai pemanfaatan tenaga listrik untuk keperluan rumah tangga (tentang Peralatan Listrik Rumah Tangga), penyediaan dan pemanfaatan tenaga listrik untuk permesinan industri (bagian Mesin-mesin Listrik), dan juga pengendalian tenaga listrik yang dibutuhkan dalam proses industri (sistem Pengendalian dan *Programmable Logic Concroller*), serta mengenai pemahaman akan terhadap cara kerja yang aman di bidang kelistrikan (Bahaya Listrik dan Sistem Pengamannya).

2.2. Landasan Teori

2.2.1 Proteksi

Proteksi dapat diartikan sebagai pengamanan atau perlindungan. Fungsi utama suatu sistem atau alat proteksi adalah sebagai berikut : (Ir. Slamet Suropto, Proteksi Sistem Tenaga Listrik)

- Dapat merasakan adanya gangguan dan keadaan yang tidak wajar (normal) pada lingkup sistem yang diproteksi.
- Dapat melepaskan *area* sistem yang terganggu, agar lingkup diluar sistem yang mengalami gangguan tetap dapat terus beroperasi tanpa juga mengalami gangguan.

Berikut ini adalah beberapa kriteria sistem proteksi (pengaman) :

1) Sensitifitas (*sensitifity*) :

Sensor sebagai komponen proteksi (pengaman) harus cukup (sensitif) dan mampu merasakan perubahan kondisi yang terjadi. *Sensor* harus mampu mendeteksi rangsangan / perubahan sekecil mungkin meski tidak dieksekusi.

2) Keandalan (*reliability*) :

a) Kepastian bekerja (*dependability*) :

- Suatu alat proteksi (*sensor*) harus memiliki tingkat kepastian kerja yang tinggi, yaitu berupa eksekusi yang eksekusi yang jelas dan pasti. Peralatan proteksi yang tidak memiliki kepastian kerja justru dapat merusak bagian (lingkup) yang seharusnya diamankan.
- Alat proteksi (pengaman) harus memiliki tingkat keandalan kerja yang tinggi, yaitu dapat merasakan dan memutuskan atau memisahkan bagian yang terganggu dengan bagian yang normal, dan tidak boleh gagal.

b) Keamanan (*security*) :

- Suatu peralatan proteksi atau pengaman harus memiliki tingkat kepastian kerja untuk tidak salah eksekusi (kerja pada keadaan tidak seharusnya kerja).
- Kesalahan kerja dapat mengakibatkan eksekusi (mengambil tindakan) yang seharusnya tidak diperlukan untuk terjadi.

3) Selektif (*selectivity*) :

Suatu peralatan proteksi harus memiliki selektifitas yang tinggi, yang dimaksud adalah dapat memilih dan membedakan antara gangguan yang ada

dalam jangkauan (lingkup) kerjanya atau bukan. Jadi, peralatan proteksi tidak hanya sekedar bekerja cepat, namun juga selektif atau bisa disebut bekerja tepat.

4) Kecepatan (*speed*) :

- a) Suatu peralatan harus mampu memisahkan atau memutuskan sistem yang mengalami gangguan secepat mungkin.
- b) Kemungkinan adanya waktu tunda (*time delay*) agar dapat menciptakan selektifitas yang baik pada suatu pengaman, namun waktu tunda tersebut juga harus secepat mungkin.
- c) Tingkat kecepatan kerja suatu sistem proteksi, bertujuan untuk mencegah terjadinya kerugian atau kerusakan yang lebih besar.

2.2.2 Mesin Listrik

Mesin listrik, pada dasarnya memiliki prinsip dasar konversi energi elektromekanik, yaitu berupa konversi energi listrik ke energi mekanik, ataupun sebaliknya konversi dari energi mekanik menjadi energi listrik. Alat yang dapat mengkonversi (mengubah) energi listrik menjadi energi mekanik adalah motor, sedangkan mesin listrik yang dapat melakukan konversi energi mekanik dan diubah(dikonversi) menjadi energi listrik adalah generator. (Prih Sumardjati, dkk, Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3)

2.2.2.1 Motor Satu Fasa

Pada umumnya motor satu fasa dibuat dengan daya yang kecil (*fractional horse power*) serta dengan konstruksi yang sederhana, meski demikian motor jenis ini tidaklah mudah untuk dianalisis. Motor satu fasa banyak digunakan pada peralatan rumah tangga dan juga industri. Misalnya *refrigerator* (pendingin), mesin

pompa air, mesin cuci, kipas angin, mesin jahit dan lain-lain. (Prih Sumardjati, dkk, Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3)

Ada tiga macam motor satu fasa, yaitu :

1) Motor Induksi Satu Fasa

Motor induksi satu fasa diklasifikasikan berdasarkan metode yang digunakan untuk pengasutan atau *starting*, dan juga mengacu pada nama metode yang digunakan. Seperti : motor *split phase (resistance start)*, *capasitor-start*, *capasitor-run*, dan *shaded phole*(motor kutub bayangan).

2) Motor Seri Satu Fasa (*universal motor*)

Motor jenis ini dapat dioperasikan dengan dua macam jenis arus, yaitu arus searah (AC) dan arus bolak-balik (DC). Motor seri satu fasa ini mampu memberikan torsi awal yang tinggi dan beroperasi pada kecepatan tinggi. Motor *universal* biasanya digunakan pada peralatan rumah tangga dan peralatan yang bersifat mudah dibawa (*portable*).

3) Motor Sinkron Satu Fasa

Motor sinkron satu fasa berputar pada kecepatan yang konstan dan biasanya digunakan pada peralatan yang membutuhkan kecepatan konstan (stabil), seperti pada jam. Dua jenis motor sinkron yang umum digunakan, yaitu *reluctance motor* dan *hyteresis motor*.

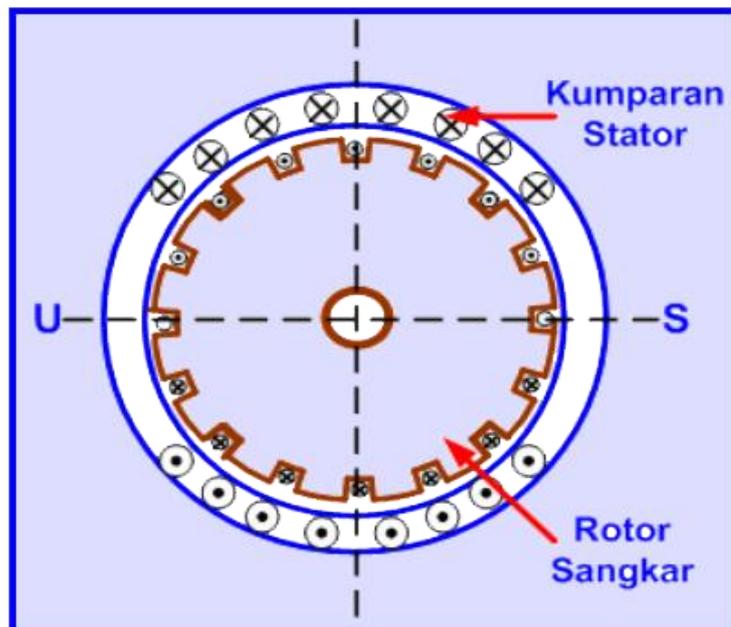
2.2.2.2 Motor Induksi Satu Fasa

Motor induksi satu fasa memiliki konstruksi/susunan hampir sama dengan motor induksi tiga fasa rotor sangkar, yaitu memiliki bagian yang diam (stator) dan bagian yang bergerak/berputar (rotor), namun yang membedakannya adalah pada kumparan stator yang berupa kumparan satu fasa. Bagian rotor dan stator terdiri dari inti besi yang dipisahkan oleh celah udara serta membentuk bagian rangkaian

magnetik, di mana fluks dihasilkan oleh aliran arus melalui lilitan/belitan yang terletak di dalam kedua bagian tersebut.

Biasanya motor induksi satu fasa dilengkapi dengan saklar sentrifugal yang diperlukan saat kondisi *starting*(pengasutan), saklar akan memutus suplai tegangan ke kumparan bantu setelah motor mencapai kecepatan 75% sampai dengan 100% dari kecepatan nominal motor.

Dengan menghubungkan motor insuksi satu fasa ke sumber tegangan AC satu fasa, maka akan duhasilkan fluks yang berbentuk sinusoidal pada kumparan stator. Maka, dapat disimpulkan bahwa motor induksi satu fasa tidak dapat *start* sendiri, oleh karena itu untuk dapat *start* sendiri, dibutuhkan alat bantu pada motor induksi satu fasa yang dapat digunakan pada saat *start* atau selama motor bekerja. (Prih Sumardjati,dkk, Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3)



Gambar 2.1 Letak Kumparan Motor Induksi Satu Fasa

Adapun tiga macam motor induksi satu fasa adalah sebagai berikut :

a) Motor Fasa Belah (*split phase*)

Motor jenis ini, yaitu motor fasa belah (*resistance-start motor*) merupakan motor induksi satu fasa yang memiliki dua buah kumparan pada bagian statornya, yaitu kumparan utama (*main staror winding*) dan kumparan bantu (*auxiliary staror winding*). Perbandingan nilai resistansi dan reaktansi kumparan utama dan kumparan bantu pada motor fasa belah adalah sebagai berikut :

- Kumparan utama memiliki nilai resistansi yang kecil dan reaktansinya besar.
- Sedangkan kumparan bantu mempunyai nilai resistansi yang besar dan reaktansinya kecil.

b) Motor Kapasitor

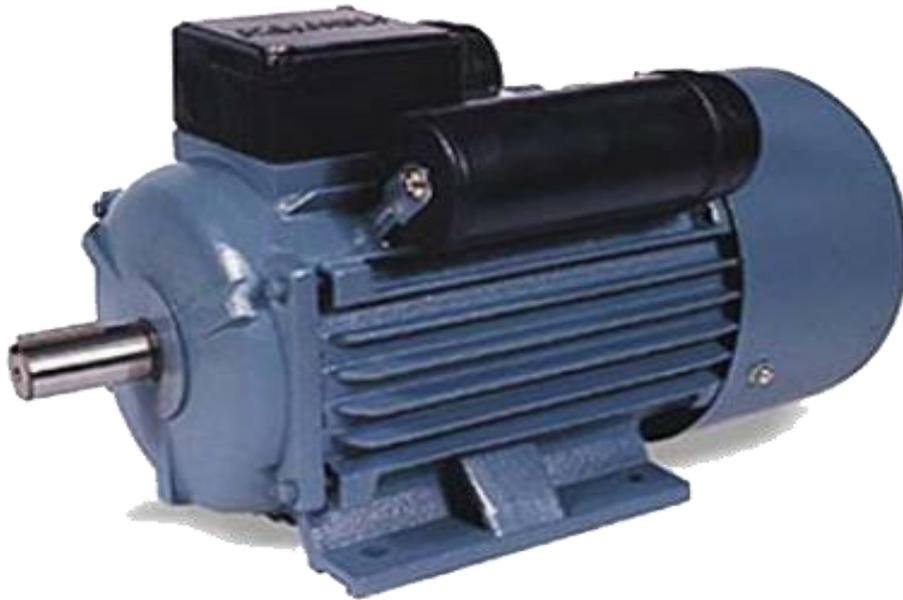
Motor kapasitor biasanya dioperasikan pada kisaran daya antara 1/8HP(*Horse Power*) sampai dengan 1HP (*Horse Power*). Susunan (konstruksi) motor kapasitor hampir sama dengan motor fasa belah (*split phase*), yang membedakan adalah pada penambahan unit kapasitor yang dihubungkan secara seri dengan kumparan utama atau kumparan bantu. Biasanya kapasitor diletakkan diluar motor atau berada di dalam rumah motor.

c) Motor Kutub Bayangan (*shaded-pole*)

Motor kutub bayangan (*shaded pole*) memiliki perbedaan konstruksi yang sangat menonjol apabila dibandingkan dengan konstruksi motor induksi satu fasa yang lainnya. Perbedaan tersebut adalah pada bagian statornya, bagian kutub magnet stator motor yang terbelah, dan diberi cincin pada bagian ujung kutubnya, yang sering disebut kutub bayangan. Sedangkan untuk jenis rotor yang digunakan sama dengan motor induksi satu fasa yang lainnya, yaitu jenis rotor sangkar. Motor kutub bayangan sering digunakan pada peralatan dengan kapasitas daya(*power capacity*) yang kecil, seperti pada motor kipas angin kecil.

2.2.2.3 Motor Kapasitor

Motor kapasitor biasanya dioperasikan pada kisaran daya antara 1/8HP(*Horse Power*) sampai dengan 1HP (*Horse Power*). Susunan (konstruksi) motor kapasitor hampir sama dengan motor fasa belah (*split phase*), yang membedakan adalah pada penambahan unit kapasitor yang dihubungkan secara seri dengan kumparan utama atau kumparan bantu. Biasanya kapasitor diletakkan diluar motor atau berada di dalam rumah motor.



Gambar 2.2 Motor Kapasitor

Jenis-jenis motor kapasitor :

- a) Motor *capasitor-start*, kapasitor digunakan selama periode pengasutan (*start*) motor;
- b) Motor *capasitor-run*, kapasitor digunakan selama periode pengasutan (*start*) dan motor jalan (*run*);

- c) Motor *capasitor-start capasitor-run*, pada motor ini digunakan dua buah kapasitor, yaitu yang satu untuk pengasutan (*start*) dan yang satu lagi untuk jalan (*run*).

Cara menjalankan motor kapasitor :

Selama periode pengasutan (*start*), lilitan utama dan lilitan bantu dihubungkan ke sumber tegangan, dan posisi saklar sentrifugal dalam keadaan tertutup. Kumparan bantu dihubungkan secara seri dengan kapasitor dan saklar sentrifugal. Ketika putaran motor mencapai 75% dari kecepatan nominal motor saklar sentrifugal akan membuka sehingga motor hanya bekerja dengan kumparan utama saja. Putaran medan magnet yang harus dihasilkan di dalam motor supaya timbul perbedaan sasa sebesar 90° listrik, antara kumparan utama dengan kumparan bantu.

Kapasitor berperan untuk mengalirkan arus menuju kumparan bantu untuk mencapai nilai maksimal sebelum arus dari kumparan utama mencapai maksimal. Jadi, arus dari kumparan bantu akan mendahului arus dari kumparan utama. Kondisi ini akan menghasilkan medan magnet putar di dalam stator yang akan mengakibatkan rotor motor berputar.

Kapasitor digunakan untuk mengalirkan arus ke kumparan bantu untuk mencapai harga maksimum sebelum arus dari kumparan utama mencapai maksimum, jadi arus dari kumparan bantu akan mendahului arus dari kumparan utama. Kondisi ini akan menghasilkan medan magnet putar di dalam stator, yang akan mengakibatkan rotor motor akan berputar.

2.2.3 Pompa dan Sistem Pemompaan

Pompa merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk mengubah energi mekanik (dari penggerak pompa), menjadi energi tekan pada cairan yang dipompa. Biasanya pompa digunakan sebagai alat untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat yang lain.

Konversi energi mekanik menjadi energi tekan cairan tersebut dapat dicapai, antara lain dengan cara berikut ini :

- 1) Konversi energi mekanis menggunakan suatu alat semacam sudu ataupun impeler dengan bentuk tertentu.
- 2) Menggunakan suatu gerak bolak-balik piston atau alat lain semacamnya.
- 3) Penukaran energi, dengan menggunakan cairan perantara, baik cair ataupun gas. Cairan perantara ini diberi kecepatan tinggi dan bercampur dengan cairan yang dipompa dengan kecepatan rendah, seperti pada *jet pump*.
- 4) Menggunakan gas atau udara bertekanan tinggi yang disuntikkan ke dalam saluran yang berisi cairan yang dipompa, seperti pada air atau gas *lift pump*.

Sistem klasifikasi pompa yang didasarkan pada bagaimana energi ditambahkan pada fluida yang dipompa (Sunarno, Mekanikal Elektrikal), secara garis besar pompa dapat dibagi menjadi :

- 1) Pompa perpindahan positif (*positive displacement pump*)

Yaitu di mana energi ditambahkan pada cairan secara periodik dengan suatu gaya yang dikenakan pada satu ataupun lebih batas sistem yang bisa bergerak. Misalnya pompa torak, pompa putar, pompa diafragma.

2) Pompa dinamik (*dynamic pump / non positive displacement pump*)

Yaitu di mana energi yang ditambahkan pada cairan di dalam pompa secara berlanjut dinaikkan kecepatannya, lalu diturunkan kecepatan cairan pada bagian lain di dalam pompa agar mendapar energi tekan. Misalnya pompa aksial dan pompa sentrifugal.

Kegunaan utama pompa, yaitu :

- 1) Untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain, guna mempermudah pekerjaan. Misalnya memindahkan air dari sumur ke bak penampung air.
- 2) Sebagai alat mensirkulasikan cairan di sekitar suatu sistem. Misalnya untuk mensirkulasikan minyak pendingin pada mesin industri.

Berikut ini merupakan komponen utama suatu sistem instalasi pemompaan :

- 1) Pompa;
- 2) Motor listrik, mesin diesel, atau sistem udara (sebagai mesin penggerak);
- 3) Instalasi pemipaan (*plumbing*), sebagai media mengalirnya cairan;
- 4) Kran, sebagai pengendali aliran di dalam sistem;
- 5) Sambungan (*sock*), dan komponen pendukung lainnya.

2.2.4 *Water Flow Sensor*

Water flow sensor merupakan suatu alat untuk mendeteksi (merasakan) laju aliran suatu cairan. *Water flow sensor* sering digunakan pada *flow meter*. Seperti halnya dengan sensor pada umumnya, akurasi suatu sensor mutlak untuk pengukuran diperlukan kalibrasi terlebih dahulu. Ada berbagai jenis *flow sensor* dan *flow meter*, termasuk beberapa jenis dengan memiliki baling-baling yang

didorong oleh cairan, potensiometer putar yang didorong, ataupun perangkat lainnya yang sejenis.

Water flow sensor terdiri atas tubuh katub, rotor (poros) air, dan sensor *hall effect*. Saat aliran air melewati, lilitan rotor, terjadi perubahan kecepatan dengan tingkat yang berbeda tiap aliran. *Output* sensor *hall effect* berupa sinyal pulsa yang akan muncul sesuai dengan putaran kincir di dalam sensor. Sensor ini memiliki kelebihan hanya dengan satu sinyal (SIG), selain jalur 5VDC, dan *ground* dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Fisik dan Skematik Rangkaian *Water Flow Sensor G1*”

Sedangkan keterangan pin untuk sensor dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 2.1 Pin *Water Flow Sensor G1*”

Warna pin	Fungsi
Pin 1 (merah)	Vcc (+5 V DC)
Pin 2 (kuning)	<i>Output</i> pulsa/ sinyal
Pin 3 (hitam)	<i>Ground</i>

Spesifikasi Sensor *Flow* :

- 1) Seri : FS400A
- 2) Kisaran aliran : 1-60L/min
- 3) Diameter interior : 20mm (0.81")
- 4) Arus maksimum : 15mA(DC 5V)
- 5) Rentang tegangan kerja : DC 4.5-18 V
- 6) Kapasitas beban : 10mA(DC 5V)
- 7) Suhu operasi : 80°C
- 8) Kelembapan operasi : 35%-90% RH (Relative humidity)
- 9) Arus tekanan air : $3.5 * \text{units of flow (L / min)} * \text{time (seconds)}$

Prinsip kerja sensor ini yaitu dengan memanfaatkan fenomena *hall effect*. *Hall effect* ini didasarkan pada efek medah terhadap suatu partikel bermuatan yang bergerak. Saat arus listrik mengalir pada *divais hall effect* yang berada dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus dengan arus listrik. Gerak pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan suatu medan listrik. Medan listrik ini terus membesar hingga gaya Lorentz pada partikel menjadi nol (0). Perbedaan potensial *hall* ini sebanding dengan medan magnet dan juga arus listrik yang melewati *divais*. Proses pengkonversian terjadi di dalam sensor.

Adanya caifan yang mengalir pada sensor mengakibatkan kincir di dalam sensor berputar. Putaran pada kincir akan menimbulkan medan magnet pada kumparan di dalam *water flow sensor*. Medan magnet tersebut yang akan dikonversikan oleh *hall effect* menjadi pulsa dalam bentuk *high* dan *low*.

Putaran kincir di dalam *water flow sensor* sangat dipengaruhi oleh kekentalan cairan yang dialirkan. Semakin kental fluida yang dialirkan maka akan semakin lambat putaran kincir sehingga frekuensi yang dihasilkan akan semakin kecil juga, namun sebaliknya semakin cair fluida yang dialirkan maka akan semakin cepat putaran kincir.

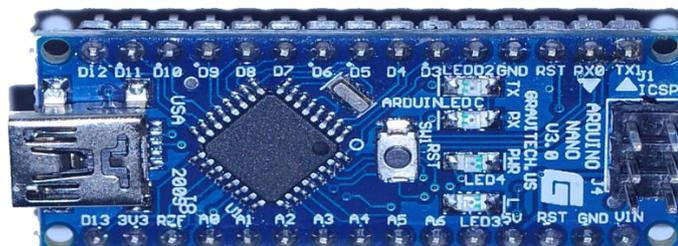
2.2.5 Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat terbuka (*open source*). Pertama perlu diketahui bahwa kata “*platform*” yang dimaksud adalah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sebuah alat pengembangan, namun juga kombinasi dari perangkat keras (*hardware*), bahasa pemrograman, dan IDE (*integrated development environment*) yang cukup berkembang dan canggih.

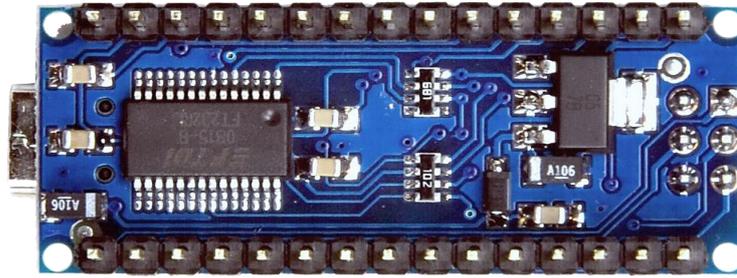
IDE merupakan sebuah perangkat lunak atau aplikasi yang sangat berperan untuk menulis program (*sketch*), meng-*compile/verify* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrikontroler. Arduino nano merupakan salah satu *board* pengembang mikrokontroler yang memiliki ukuran kecil, mendukung penggunaa *breadboard/projectboard*, dan lengkap. Arduino di produksi dengan basis mikrokontroler Atmega328 pada Arduino Nano versi 3.x, dan atau Atmega168 pada Arduino Nano versi 2.x.

Arduino Nano memiliki fungsi kurang lebih sama dengan Arduino Duemilanove, namun dengan paket berbeda. Yang membedakan yaitu, Arduino Nano tidak disertai *port* DC berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer dengan *port USB Mini-B*. Arduino dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech.

Di bawah ini adalah tampilan bentuk fisik dari Arduino Nano v3.0.



Gambar 2.4 Bagian Depan Arduino Nano



Gambar 2.5 Bagian Belakang Arduino Nano

2.2.5.1 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano :

- 1) VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
- 2) GND merupakan pin *ground* untuk catu daya digital.
- 3) AREF merupakan tegangan Referensi untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analog Reference*.
- 4) *RESET* merupakan jalur *LOW*, ini digunakan untuk *me-reset* (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Umumnya digunakan untuk penambahan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi *board* Arduino Nano.
- 5) *Serial RX* (0) merupakan pin yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
- 6) *Serial TX* (1) merupakan pin yang berfungsi sebagai pengirim TT data serial.
- 7) *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang bisa dikonfigurasi sebagai pemicu sebuah interupsi pada nilai rendah, meningkat atau menurun atau perubahan nilai.
- 8) *Output PWN 8-BIT* merupakan pin yang berfungsi untuk *analog Write*.
- 9) SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.

- 10) LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang di-*set* bernilai *HIGH*, maka LED akan menyala, dan ketika pin diatur bernilai *LOW*, maka LED padam. LED tersedia secara *built-in* (bawaan) pada board Arduino Nano.
- 11) *Input Analog* (A0-A7) merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur atau diatur mulai dari *ground* sampai dengan 5Volt. Memungkinkan pula mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendahnya menggunakan fungsi *analog reference*.

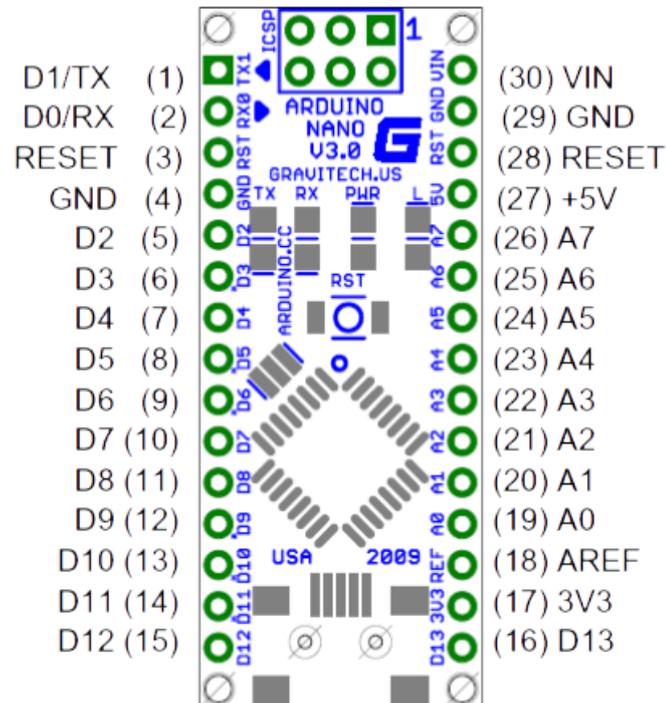
Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Nomor Pin Arduino Nano	Nama Pin Arduino Nano
1	<i>Digital Pin 1 (TX1)</i>
2	<i>Digital Pin 0 (RX0)</i>
3	<i>Reset</i>
4	<i>GND</i>
5	<i>Digital Pin 2</i>
6	<i>Digital Pin 3 (PWM)</i>
7	<i>Digital Pin 4</i>
8	<i>Digital Pin 5 (PWM)</i>
9	<i>Digital Pin 6 (PWM)</i>
10	<i>Digital Pin 7</i>
11	<i>Digital Pin 8</i>
12	<i>Digital Pin 9 (PWM)</i>

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin Arduino Nano (Lanjutan1)

Nomor Pin Arduino Nano	Nama Pin Arduino Nano
14	<i>Digital Pin 11 (PWM-MOSI)</i>
15	<i>Digital Pin 12 (MISO)</i>
16	<i>Digital Pin 13 (SCK)</i>
17	3V3
18	AREF
19	<i>Analog Input 0</i>
20	<i>Analog Input 1</i>
21	<i>Analog Input 2</i>
22	<i>Analog Input 3</i>
23	<i>Analog Input 4</i>
24	<i>Analog Input 5</i>
25	<i>Analog Input 6</i>
26	<i>Analog Input 7</i>
27	<i>Analog Input VCC/+5V</i>
28	<i>Reset</i>
29	<i>GND</i>
30	<i>Vin</i>

Berikut ini adalah gambar konfigurasi *pin layout* Arduino Nano.



Gambar 2.6 Konfigurasi *Pin Layout* Arduino Nano

(Sumber Gambar 2.6 : *Datasheet Arduino Nano*)

2.2.5.2 Spesifikasi Arduino Nano

Berikut ini adalah spesifikasi yang dimiliki oleh Arduino Nano :

- 1) Mikrokontroler Atmel Atmega328 untuk Arduino Nano 3.x
- 2) Tegangan kerja 5Volt
- 3) Tegangan *input* optimal 7-12
- 4) Batas tegangan *minimum* 6V sampai *maksimum* 20V
- 5) *Digital pin I/O* 14 pin (D₀ sampai D₁₃) dilengkapi dengan 6 pin sebagai *output PWM*)

- 6) *Analog input/output Pin 8* (Pin A₀ sampai A₇)
- 7) Arus maksimum 40 mA Arus DC per pin I/O
- 8) *Flash memory* 32KB (ATmega328) dan dikurangi 2KB digunakan oleh *bootloader*
- 9) SRAM 2 Kbyte(ATmega328)
- 10) EEPROM 1Kbyte (ATmega328)
- 11) Kecepatan *clock* 16 MHz
- 12) Ukuran 1.85cm x 4.3cm
- 13) Berat 5gram

2.2.5.3 Sumber Daya Arduino Nano

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi *USB Mini-B*, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum diregulasi, antara 6-20Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN. Dan juga melalui catu daya dengan teregulasi sebesar 5Volt melalui pin 27 atau pin 5Volt. *Power supply* akan otomatis dipilih dari sumber tegangan mana yang lebih tinggi. *Chip FTDI FT2321* pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (*Non-USB*) maka *Chip FTDI* tidak aktif, dan pin 3.3Volt pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip jika pin *digital* 0 dan 1 pada kondisi *HIGH*.

2.2.5.4 Komunikasi Arduino Nano

Arduino sudah dilengkapi dengan fasilitas untuk komunikasi yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan komputer, atau dengan *board* mikrokontroler lainnya. Atmega168 dan Atmega328 dilengkapi dengan komunikasi serial UART TTL (5Volt) yang terdapat pada pin D₀ dan juga pin D₁. *Board* Arduino juga telah dilengkapi dengan IC FTDI 232 RI yang dapat

dihubungkan langsung ke komputer, agar menghasilkan *virtual com-port* pada *operating sistem*.

Aplikasi Arduino (*sketch*) yang digunakan sebagai IDE Arduino juga dilengkapi dengan *serial monitor* agar *programmer* dapat menampilkan data serial sederhana yang juga dapat dikirim atau diterima dari *board* Arduino Nano. LED RX dan TX yang terpasang pada papan Arduino Nano akan berkedip bila terjadi komunikasi data serial antara komputer dengan Arduino Nano.

Arduino Nano juga dilengkapi dengan mode komunikasi I2C (TWI) dan SPI untuk komunikasi antar perangkat keras.

2.2.5.5 Pemrograman Arduino Nano

Arduino Nano dapat dengan mudah diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE. Pada *menu* program, pilih *tool-board*, lalu pilih jenis papan (*board*) Arduino yang akan diprogram. Untuk memprogram Arduino dapat memilih jenis papan (*board*) Arduino Diecimila atau bisa juga langsung memilih Nano W/atmega168 atau NanoW/atmega328.

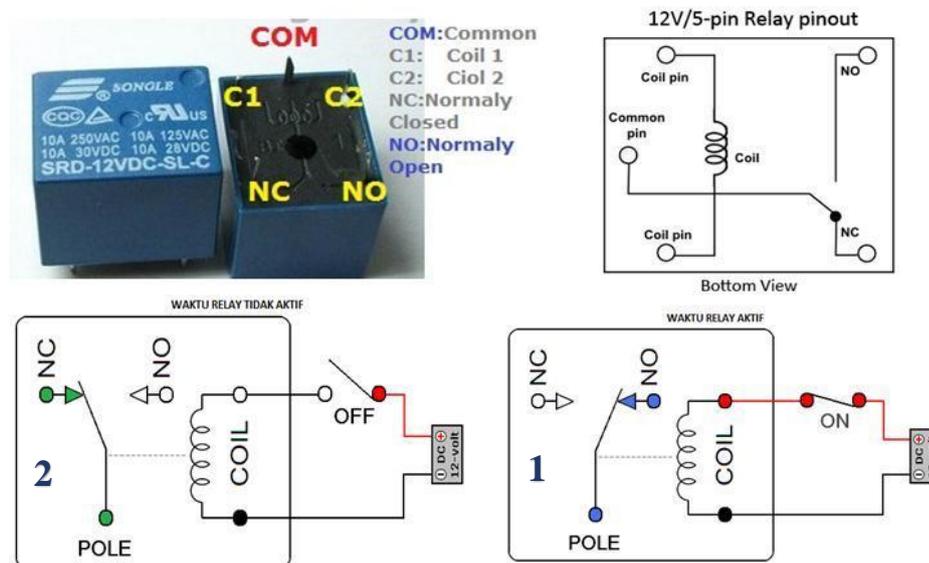
Arduino Nano sudah dilengkapi program *boatloader*, agar pemrogram dapat langsung mengunggah(*upload*) kode program langsung ke *board* Arduino Nano tanpa harus melalui *board* perantara atau *downloader* lain. Komunikasi ini menggunakan protokol STK keluaran ATMEL.

Pemrogram (*programmer*) juga dapat meng-*upload* program yang dibuat ke *board* Arduino Nano tanpa menggunakan *boatloader*, namun melalui ICSP (*in circuit serial programming*) header yang sudah tersedia pada papan Arduino Nano.

2.2.6 Relai

Relai merupakan saklar mekanik yang dioperasikan secara elektromagnetik oleh sinyal listrik dengan arus yang kecil untuk menggerakkan saklar saklar penghubung atau pemutus untuk arus beban yang cukup besar. Saklar pada relai akan terjadi perubahan posisi membuka dan atau menutup kontak saklar dalam relai pada saat diberikan energi elektro magnetik.

Pada dasarnya relai terdiri atas dua bagian utama, yaitu : saklar mekanik dan juga pembangkit elektromagnetik (lilitan pada inti besi lunak). Saklar atau kontak relai dikendalikan dengan tegangan listrik yang diberikan pada lilitan pembangkit magnet untuk menarik tuas saklar atau kontak relai. Relai yang umum dipasaranada berbagai macam bentuk dan juga ukurannya, dengan tegangan kerja serta jumlah saklar yang bervariasi pula. Di bawah ini merupakan salah satu bentuk relai yang ada di pasaran.



Gambar 2.7 Bentuk, Konfigurasi Pin, dan Skema Relai SPDT(*Single Pole Double Trought*)

(Sumber Gambar 2.7 : https://4.bp.blogspot.com/-uNtMEc-wxV4/Vr1yNW95BUI/AAAAAAAAABOU/BiWAcSdzPLk/s1600/pinout%2Brelay%2Bspdt_zpssmrkufrh.jpg)

Relai memiliki kondisi saklar atau kontak dalam tiga posisi. Ketiga posisi saklar atau kontak relai ini akan berubah bila relai mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya. Ketiga posisi tersebut adalah :

1) Posisi *Normally Open* (NO)

Yaitu posisi saklar relai yang terhubung ke terminal NO (*Normally Open*) ketika relai tidak mendapatkan tegangan sumber pada bagian elektromagnetnya, dan keadaan awalnya terbuka.

2) Posisi *Normally Close* (NC)

Yaitu posisi saklar relai yang terhubung dengan terminal NC (*Normally Close*) ketika tidak mendapatkan tegangan sumber pada bagian elektromagnetnya, dengan keadaan awalnya tertutup.

3) Posisi *Change Over* (CO)

Yaitu kondisi perubahan tuas saklar relai yang berubah dari posisi NC menjadi terbuka, atau sebaliknya dari NO menjadi tertutup. Kondisi ini terjadi saat sumber tegangan diberikan ke bagian elektromagnet atau ketika sumber tegangan diputuskan dari bagian elektromagnetnya.

2.2.6.1 *Relay Module 1 Channel* (Modul Relai Satu Saluran)

Relay module 1 channel merupakan sebuah rangkaian modul relai dengan tegangan masukan 5Volt dan 1 *channel* keluaran yang memiliki dua buah kontak di dalamnya (1 NO dan 1 NC). Dapat digunakan sebagai saklar elektronik. Untuk mengendalikan perangkat listrik yang membutuhkan daya yang besar. Kompatibel dengan semua mikrokontroler (terutama Arduino, 8051, 8535, AVR, PIC, DSP, ARM, MSP430, TTL logic) maupun Raspberry Pi.

Relai 1 *Channel* ini memerlukan arus minimal 15-20mA agar dapat mengendalikan. Dengan relai *high-current* sehingga dapat menghubungkan perangkat dengan AC250Volt dan 10Ampere.

Spesifikasi Modul Relai

Jumlah relai	: 2
Sinyal pengendali	: TTL level (<i>active low</i>)
Nilai beban	: 10A 250 VAC, 10A 30VDC, 10A 125VAC, 10A 28 VDC
Tunda waktu kontak	: 10ms/5ms
Indikator	: LED
Ukuran relai	: 51 x 41 mm

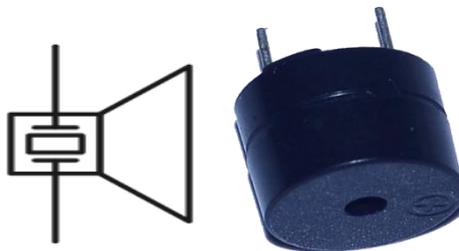


Gambar 2.8 Modul Relai 1 *Channel*

2.2.7 Buzzer

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* memiliki prinsip dasar seperti *loud speaker*. Jadi, *buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet.

Kumparan tersebut akan tertarik ke luar atau ke dalam, tergantung pada arah arus dan juga polaritas magnetnya, dikarenakan kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma juga secara bolak-balik. Sehingga menjadikan udara bergetar dan menghasilkan suara. Di dalam tugas akhir ini *buzzer* digunakan sebagai indikator bahwa telah terjadi suatu gangguan pada sebuah alat (*alarm*) yaitu instalasi pompa air khususnya saluran masukan ke mesin pompa air. Simbol dan bentuk dari *buzzer* tampak pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Simbol dan Bentuk *Buzzer*

(Sumber Simbol *Buzzer* : <https://learn.digilentinc.com/Documents/392>)

Tabel 2.3 Spesifikasi *Piezo Buzzer ABI-009-RC*

Rentang tegangan	6V dc
Tegangan operasi/kerja	4 to 8V dc
Rentang arus pada rentang tegangan	30mA
Keluaran suara pada 10cm pada rentang tegangan	$\geq 85\text{dB}$
Frekuensi resonansi pada rentang tegangan	$2300 \pm 300\text{Hz}$
Suhu Operasi/Kerja	-20 to +70°C

Tabel 2.3 Spesifikasi *Piezo Buzzer* ABI-009-RC (Lanjutan1)

Storage Temperature	-30 to +80°C
Berat	2g

2.2.8 *Light Emitting Diode* (LED)

LED merupakan komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik saat diberi tegangan *forward*. LED termasuk dalam keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung dengan macam bahan semikonduktornya. LED dapat juga memancarkan sinar inframerah yang tidak terlihat mata, seperti pada remot televisi atau *remote control* perangkat elektronik lain.

LED berbentuk seperti bola lampu (bohlam) berukuran kecil, dan dapat dipasang dengan mudah pada perangkat-perangkat elektronika (biasanya sebagai indikator). Namun tidak seperti lampu pijar, LED tidak membutuhkan banyak filamen, oleh karena itu tidak menimbulkan panas ketika memancarkan cahaya (menyala). Oleh sebab itu, untuk saat ini LED cukup populer dan banyak dikembangkan penggunaannya, karena dianggap lebih hemat daya dibanding dengan lampu pijar.

Berikut ini adalah gambar dari bentuk dan simbol LED.



Gambar 2.10 Bentuk dan simbol dari LED (*Light Emitting Diode*)

(Sumber Gambar 2.10 Bentuk dan simbol dari LED (*Light Emitting Diode*) :

<http://teknikelektronika.com/wp-content/uploads/2014/12/Bentuk-dan-Simbol-LED.jpg>

2.2.8.1 Prinsip Kerja LED

Prinsip kerja LED hampir sama dengan dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub positif (P) dan kutub negatif (N). LED hanya akan menyala apabila dialiri tegangan maju (*bias forward*) dari anoda menuju ke katoda, dan tidak akan menyala apabila terbalik.

LED terdiri atas sebuah *chip* semikonduktor yang didoping, yang menciptakan *junction P* dan *junction N*. Doping pada semikonduktor merupakan suatu proses menambahkan ketidakmurnian (*impurity*) dalam semikonduktor yang murni (*pure*), yang menghasilkan karakteristik elektronika/kelistrikan yang diinginkan. Saat LED dialiri tegangan *forward*, yaitu dari anoda (A) menuju katoda (K). Kelebihan nilai elektron pada *N-Type material* akan berpindah menuju ke daerah yang kelebihan lubang (*hole*) atau daerah yang bermuatan positif (*P-Type material*). Ketika elektron bertemu dengan *hole*, maka akan melepaskan *photon* dan memancarkan cahaya satu warna (monokromatik).

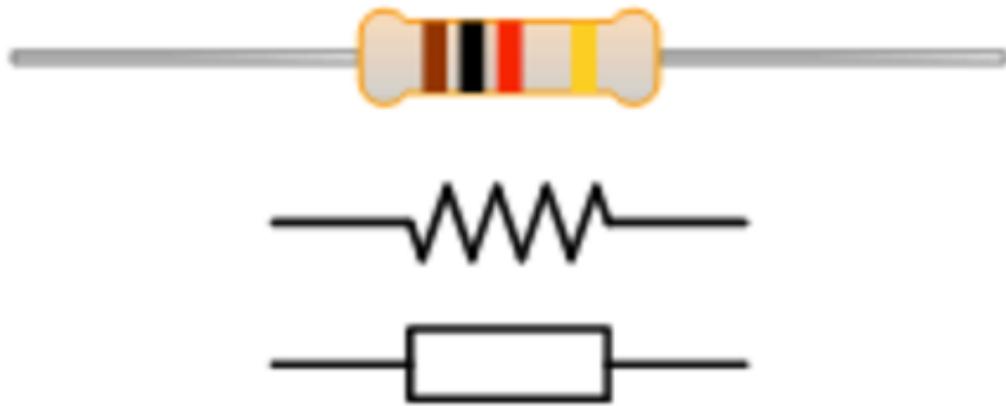
Berikut ini adalah beberapa contoh penggunaan LED dalam kehidupan sehari-hari, yaitu :

- 1) Sebagai komponen kombinasi sensor
- 2) Sebagai lampu indikator
- 3) Lampu penerangan rumah
- 4) Lampu penerangan jalan
- 5) Papan iklan (*Advertising*)
- 6) *Backlight LCD* (TV, *Display Handphone, Monitor*)

- 7) Lampu dekorasi *interior* maupun *exterior*
- 8) Pemancar infra merah pada *remote control* (TV, AC, AV Player)

2.2.9 Hambatan (Resistor)

Resistor merupakan suatu komponen elektronika yang terbuat dari arang yang bersifat tahanan/penghambat. Resistor memiliki nilai/harga dalam menghambat, nilai tersebut dinamakan resistansi Satuan yang digunakan resistor adalah Ohm dengan lambang Ω . Berikut ini adalah gambar bentuk dan simbol resistor.



Gambar 2.11 Bentuk dan Simbol Resistor

(Sumber Gambar 2.11 Bentuk dan Simbol Resistor : <http://zoniaelektro.net/wp-content/uploads/2014/08/Bentuk-Dan-Simbol-Resistor.png>)

Resistor memiliki beberapa fungsi antara lain sebagai berikut :

- 1) Sebagai Pembatas Arus listrik
- 2) Sebagai Pengatur Arus listrik
- 3) Sebagai Pembagi Tegangan listrik
- 4) Sebagai Penurun Tegangan listrik

2.2.10 *Push Button*

Push button (tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci), yaitu saklar atau tombol merupakan suatu perangkat elektronika yang bekerja sebagai pemutus atau penghubung suatu aliran arus listrik ketika ditekan. *Push button* memiliki dua kondisi, yaitu keadaan normal/awal terbuka (*Normally Open*) dan kondisi normal tertutup (*Normally Close*).

Push button biasanya di kombinasikan dengan komponen lain untuk membuat sistem saklar tekan bisa mengunci, aplikasi *push button* diantaranya sebagai saklar tekan *start* yaitu satu kali ditekan maka menghasilkan tanggapan *start* atau memulai suatu sistem, sebagai saklar tekan *stop* yaitu dengan satu kali tekan maka menghasilkan tanggapan *stop* (menghentikan sistem), sebagai tombol *reset* yaitu ketika *push button* dikombinasikan dengan komponen lain agar dapat bekerja sebagai tombol tekan *reset* yang berarti pengatur ulang (mengembalikan ke keadaan awal), dan satu lagi yang biasa kita temui yaitu *push button* sebagai saklar tekan untuk *emergency button* (tombol darurat), pada fungsi ini biasanya *push button* yang digunakan jenis NC (*normally close*) yang tempatkan langsung pada jalur utama *power*.

Push button mempunyai 2 tipe kontak, yaitu :

1) NO (*normally open*)

Merupakan kontak terminal pada saat kondisi awal terbuka. Saat tombol ditekan, kontak yang awalnya NO menjadi tertutup (*close*). Kontak NO biasa digunakan sebagai penghubung ataupun untuk menyalakan suatu rangkaian atau sistem.

2) NC (*normally close*),

Merupakan kontak pada saat kondisi awal tertutup. Saat tombol ditekan, kontak yang keadaan awalnya NC menjadi terbuka (*open*). Kontak NC ini

sering digunakan sebagai tombol *emergency* dan juga pemutus atau mematikan suatu sistem.

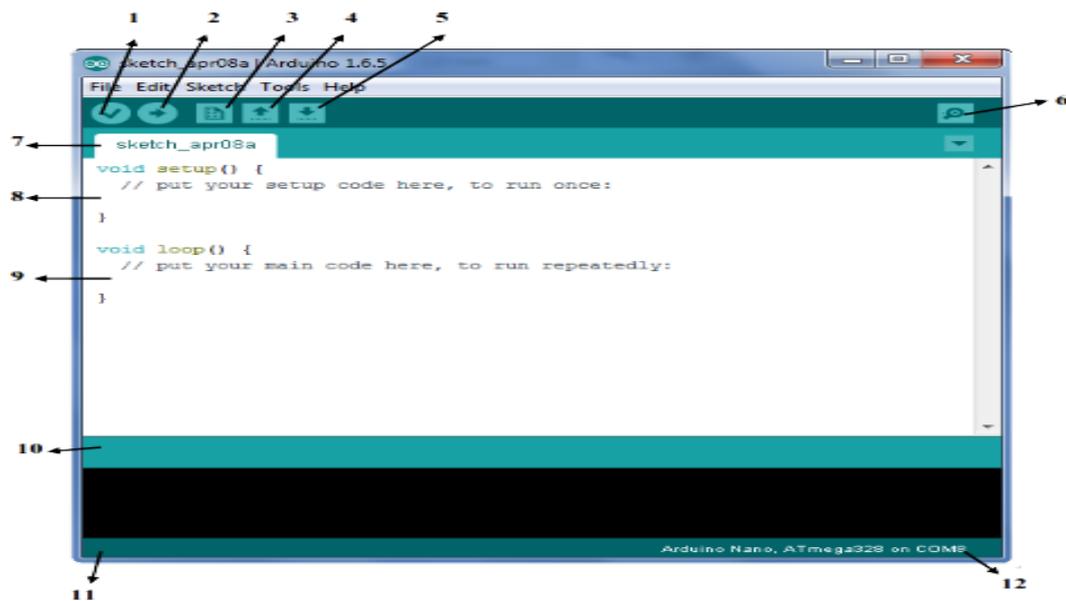
Di bawah ini salah satu contoh gambar *push button* yang dijual di pasaran.



Gambar 2.12 Bentuk dan Simbol *Push Button*

2.2.11 Interface Arduino IDE

Arduino IDE(*Integrated Development Environment*) merupakan sebuah *software* aplikasi bawaan dari Arduino yang berguna untuk perancangan, membuat, membuka, dan mengedit *sketch* dalam Arduino. Sketch merupakan skript program (*source code*) yang berisi logika dan algoritma yang akan di unggah ke dalam IC Arduino. Di bawah ini adalah tampilan awal *software* Arduino IDE.



Gambar 2.13 Program Arduino Nano dengan *Software* Arduino IDE

Keterangan Gambar 2.13 :

1) *Verify / Compile*

Sebelum *sketch* diupload ke board Arduino proses *verify /compile* digunakan untuk memastikan *sketch* dengan merubah *sketch* ke kode biner untuk di-*upload* ke mikrokontroler. Apabila terdapat kesalahan pada *sketch*, maka akan dimunculkan pesan *error*. Memeriksa *sketch* yang ditulis secara bertahap dapat mempermudah pencarian kesalahan saat menulis program.

2) *Upload*

Berfungsi sebagai tombol perintah menyalin *sketch* ke papan Arduino. Medki tidak menekan tombol *compile/verify*, maka *sketch* akan di compile terlebih dahulu, dan langsung diunggah ke Arduino. Jadi, tidak seperti tombol *compile/verify*, yang hanya untuk memeriksa *sketch* saja.

3) *New*

Tombol perintah untuk membuka jendela baru pembuatan *sketch*.

4) *Open*

Tombol perintah membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. Program yang telah dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dalam format file *.ino*.

5) *Save*

Tombol perintah menyimpan *sketch* namun tidak di-*compile*

6) *Serial monitor*

Tombol perintah untuk membuka penampil komunikasi serial. Biasanya digunakan untuk memeriksa kondisi perangkat masukan(*input*) seperti sensor.

7) *Sketch Name*

Menunjukkan nama *sketch*/program yang sedang dibuka.

8) *Void setup*

Merupakan kolom untuk menuliskan ketentuan dan kondisi awal program.

9) *Void loop*

Merupakan kolom untuk menuliskan program utama yang akan di-*loop*(ulang).

10) *Notifications*

Yaitu baris yang menampilkan aktifitas yang dilakukan aplikasi.

11) *Console*

Yaitu baris untuk menampilkan aktifitas yang sedang dikerjakan aplikasi dan menampilkan informasi pesan mengenai *sketch*.

12) *Sketch line*

Baris ini menunjukkan posisi baris kursor yang aktif pada *sketch*.

13) *Port information*

Pada kolom ini menampilkan informasi *port* yang digunakan oleh papan Arduino yang tersambung ke perangkat komputer.