

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Tinjauan Pustaka

Penelitian sebelumnya tentang alat penglarutan PCB ini diambil dari jurnal penelitian tentang alat penglarut otomatis dengan larutan tembaga klorida. Pada penelitian ini dijelaskan proses penglarutan menggunakan larutan tembaga klorida dengan lempengan sel, dengan suhu larutan antara 45° - 55° C, dan udara yang diinjeksikan terus menerus ke larutan (Baseem H. Fadhil, 2010). Penelitian dengan metode serupa juga sebelumnya pernah dilakukan (O. Cakir, 2003) dan (Zhengyu Yang, Chengde Huang, Xiaoqing Ji, Yuxin Wang, 2013).

Penelitian serupa juga pernah dilakukan dengan adanya perubahan metode pelarutan menggunakan sprayer otomatis dan jenis larutan menggunakan campuran asam muriatik dengan hydrogen peroksida yang dihangatkan dengan pemanas sampai suhu 82.5° C. Pembersihan paska proses pelarutan dilakukan di kontainer berbeda yang harus dipindahkan secara manual oleh operator (Christian Reed, 2012).

Dalam jurnal penelitian yang telah dijabarkan secara singkat diatas, dapat disimpulkan bahwa proses penglarutan menggunakan larutan - larutan berbahaya. Dalam penggunaan larutan - larutan tersebut perlu diperhatikan perihal keamanan, yang tentu berhubungan dengan peralatan keselamatan, misalnya : kacamata, sarung tangan, dan masker. Namun dari penelitian diatas proses pencampuran dan perpindahan larutan masih harus dilakukan oleh operator sehingga masih terkesan manual. Oleh sebab itu dalam tugas akhir ini, saya akan membuat sebuah alat penglarut yang otomatis dalam pelarutan tinta.

B. PCB (*Printed Circuit Board*)

Printed Circuit Board (PCB), yang jika dalam bahasa Indonesia banyak disebut dengan istilah *Papan Sirkuit Cetak* atau *Papan Rangkaian Cetak*. PCB ini secara fisik merupakan alat yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik dalam sebuah rangkaian dengan lapisan jalur konduktornya. PCB sendiri sudah berkembang semenjak puluhan tahun yang lalu.

1. Fungsi PCB

Secara umum, PCB yang banyak digunakan baik di dalam perangkat komputer maupun peralatan elektronik lainnya memiliki fungsi-fungsi sebagai berikut :

- a. Tempat menyusun komponen-komponen elektronik sehingga terpasang lebih rapi dan terorganisir.

- b. Menghubungkan kaki komponen satu sama lain baik kaki komponen aktif maupun pasif.
- c. Pengganti kabel untuk menyambung berbagai komponen, sehingga membutuhkan tempat yang lebih efisien.
- d. Membuat tampilan suatu rangkaian elektronik menjadi lebih rapi dan tertata.

2. Lapisan PCB

Jika dilihat sekilas PCB hanya berupa sebuah papan, namun papan tersebut ternyata memiliki beberapa lapis dengan bahan material penyusun yang berbeda-beda. Hal tersebutlah yang membuat PCB dapat bekerja secara maksimal, berikut merupakan struktur dan komposisi dari PCB :

a. Substrat (Lapisan standar)

Bahan lapisan pertama yang biasanya menjadi dasar sebuah PCB disebut dengan substrat, yang dapat berupa FR2 (*Flame Resistant*) dan FR4. *Flame resistant* merupakan istilah yang merujuk pada kertas bonfing resin sintetis. FR2 dibuat dengan cara membuat sehelai kertas diserapi oleh resin plastik. Resin plastik yang digunakan merupakan bahan kimia bernama *formaldehida fenol*.

Sementara itu, FR4 sendiri terbuat dari anyaman *fiberglass* yang telah menjalani proses pelapisan dengan resin epoksi. Jika dibandingkan dengan FR2, FR4 memiliki daya serap air lebih rendah, sehingga menjadikannya material dengan daya isolasi baik yang juga memiliki ketahanan terhadap temperatur hingga 140oC. Dengan kualitas ini, PCB berbahan substrat FR4 harganya lebih mahal dibandingkan dengan FR2.

b. Tembaga

Lapisan selanjutnya adalah tembaga pipih yang direkatkan ke bagian substrat dengan cara dilaminasi pada temperatur tertentu. Karena PCB sendiri ada dua jenis, maka jumlah lapisan tembaga bergantung dari jenis PCB tersebut. Untuk *Single Sided* PCB, hanya akan dilapisi oleh satu lapisan tembaga di salah satu sisi substrat, sementara untuk *Double Sided*, di kedua sisinya dilapis dengan tembaga. Perkembangan teknologi saat ini sudah semakin maju sehingga pelapisan tembaga pun disesuaikan dengan kebutuhan. Terdapat pula PCB yang dilapisi hingga 16 lapisan tembaga karena kebutuhan rangkaian elektronik yang diinginkan.

c. Soldermask

Merupakan lapisan setelah tembaga, yang fungsinya menjaga agar lapisan tembaga dan jalur konduktor tidak mengalami kontak yang tak disengaja. *Soldermask* juga cukup penting untuk mencegah terjadinya *solder short* (hubungan singkat solder). Pada umumnya, lapisan *soldermask* memiliki warna hijau, dan ada pula beberapa yang warnanya biru atau merah.

d. *Silkscreen*

Berfungsi untuk memberikan indikator atau tanda bagi komponen-komponen elektronika yang dirangkai dalam PCB, sehingga orang pun lebih mudah merangkai sebuah rangkaian. *Silkscreen* ini biasanya berwarna putih atau hitam, dengan cetakan huruf, angka, dan simbol pada PCB.

3. Jenis PCB

Seperti telah disinggung sebelumnya, secara umum PCB dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan jumlah layernya, yaitu PCB *single sided*, PCB *double sided*, dan *multilayer*. Dari ketiga jenis PCB tersebut, kemudian terbagi lagi menjadi beberapa macam.

a. *Single Sided PCB*

Merupakan jenis PCB yang hanya memiliki satu lapisan komponen tembaga di salah satu sisi substratnya. PCB jenis *Single Sided* banyak digunakan untuk berbagai rangkaian elektronik sederhana dengan biaya produksi yang relatif murah.

b. *Double Sided PCB*

Di lain sisi, *double side PCB* merupakan jenis PCB dengan dua lapisan tembaga di masing-masing sisi substratnya. Biasanya, terdapat lubang-lubang yang berfungsi sebagai penghubung kedua lapisan tembaga tersebut.

c. *Multilayer PCB*

Memiliki beberapa lapis tembaga (yang jumlahnya lebih dari 2 lapis. Antar lapisan tembaga pada PCB *multilayer* dipisahkan dengan lapisan insulator. Biasanya digunakan untuk rangkaian elektronik kompleks yang membutuhkan cukup banyak konduktor. Terdapat beberapa jenis *multilayer PCB*, ada yang 4, 6, 10, hingga 16 lapis tergantung kerumitan rangkaian.

Selain berdasarkan *layer* yang dimiliki, PCB juga bisa dikelompokkan **berdasarkan fleksibilitasnya**, artinya kaku atau tidaknya PCB tersebut untuk sebuah rangkaian. Berdasarkan fleksibilitasnya, PCB dibagi menjadi 3 macam :

a. *Rigid PCB* (Kaku) :

Artinya, papan rangkaian kaku dan tidak dapat dilenturkan atau dilipat. Berguna untuk bahan substrat yang kaku layaknya fiberglass.

b. *Flex* PCB (Fleksibel) :

Substratnya terbuat dari bahan plastik yang cukup mudah dibengkokkan, dilenturkan, dan diatur. Dengan menggunakan *Flex* PCB, rangkaian mudah dibengkokkan tanpa merusaknya.

c. *Rigid-Flex* PCB :

Gabungan dari PCB kaku dan fleksibel. Biasanya, beberapa *Rigid* PCB saling terhubung dengan menggunakan *Flex* PCB.

4. Penglarutan PCB

PCB *etching* adalah suatu proses untuk membuang bagian logam yang tidak dibutuhkan dari Papan PCB kosong. Dengan teknik ini, rangkaian skematik yang telah tercetak di papan PCB kosong dapat diproses dan digunakan untuk merakit sebuah rangkaian elektronik. Proses penglarutan umumnya menggunakan larutan FeCl_3 + air atau $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2$

Pelarutan PCB membutuhkan beberapa langkah / proses. Proses yang perlu dilalui selama melarutkan PCB antara lain menyiapkan PCB, menyablon PCB, menyiapkan larutan pelarut, melarutkan, dan membersihkan tinta sablon pada PCB yang sudah dilarutkan. Cairan - cairan yang dibutuhkan selama proses pelarutan berupa HCl dan H_2O_2 atau FeCl_3 , air, dan juga larutan pembersih sablon. Penggunaan larutan kimia yang berbahaya mengharuskan pengguna untuk mengenakan peralatan keamanan yang lengkap untuk mengurangi risiko kecelakaan.

C. Regulator Tegangan

Dalam rangkaian elektronika dibutuhkan suatu sumber atau *power supply* yang stabil sesuai dengan kebutuhan sumber tegangan yang di perlukan pada suatu rangkaian. Untuk memenuhi hal tersebut maka digunakanlah sebuah rangkain regulator. Rangkaian regulator berfungsi untuk mengatur atau menghasilkan level tegangan pada nilai tetentu dari suatu masukan. Regulator tegangan dapat mempertahankan nilai tegangan meskipun arus pada keluaran berubah – ubah.

Regulator *switching* mengatur tegangan keluaran dengan mensaklar (*on/off*) tegangan masukan dengan frekuensi berbeda – beda tergantung dari regulator yang digunakan. Kelebihan regulator *switching* adalah mempunyai disipasi daya yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan regulator linear. Sedangkan kekurangan dari regulator *switching* yaitu

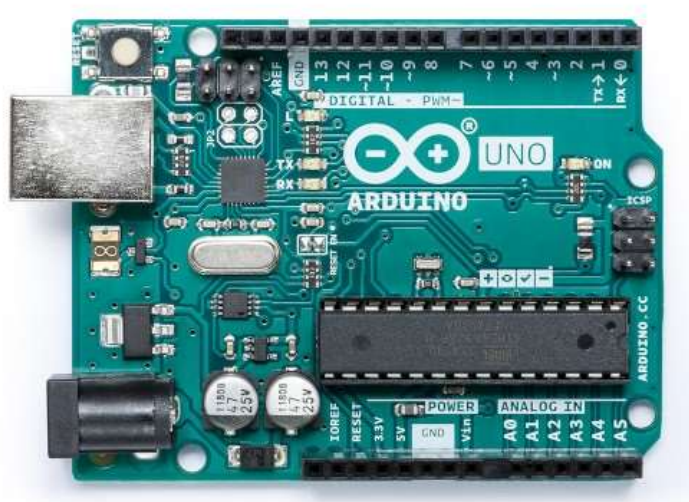
tegangan keluarannya akan bergelombang akibat adanya proses *switching*. Oleh sebab itu regulator jenis ini membutuhkan induktor dan kapasitor serta dioda yang berfungsi untuk memperhalus hasil tegangan keluaran. Regulator *switching* ada dua jenis yaitu regulator *Buck* dan regulator *Boost*. Regulator *Buck* untuk tegangan keluaran lebih kecil dari tegangan masukan. Regulator *Boost* untuk tegangan keluaran lebih besar dari tegangan masukan. Salah satu jenis dari regulator *Buck* adalah LM2596. Pada Gambar 1 menyajikan bentuk fisik dari modul DC – to – DC LM2596.



Gambar 1 DC to DC Step Down LM2596.

D. Arduino

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328P (datasheet). Ini memiliki 14 pin input / output digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal kuarsa 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC atau baterai untuk memulai.



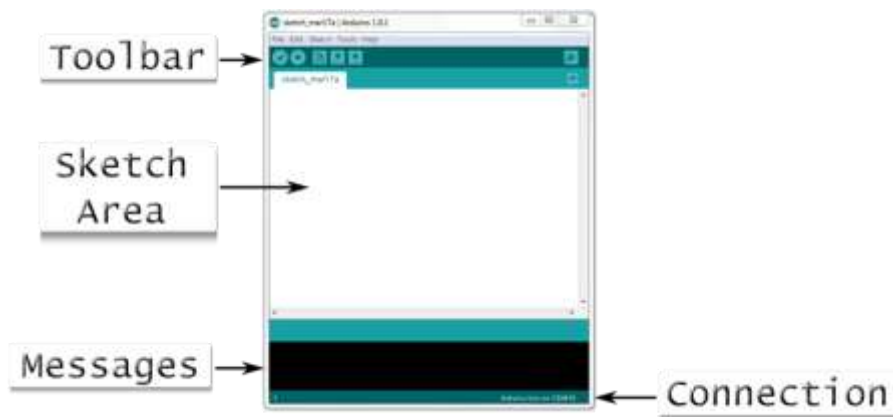
Gambar 2 Arduino UNO.

Tabel 1 Spesifikasi Arduino UNO.

Mikrokontroler	Atmega328P
Tegangan operasional	5 Volt
Tegangan masukan	7 – 12 Volt
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya output PWM)
Pin masukan <i>analog</i>	6
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk Pin 3.3 V	50mA

E. **Arduino Integrated Development Environment (IDE)**

Arduino IDE adalah sebuah perangkat lunak yang memudahkan untuk melakukan pengembangan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan *source* program kompilasi, unggah hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial. Arduino IDE ini dapat dijalankan di komputer atau laptop dengan berbagai macam *platform* karena Arduino IDE ini berbasis Java. *Source* program yang digunakan untuk pembuatan aplikasi mikrokontroler adalah menggunakan bahasa C/C++ dan dapat digabung dengan bahasa *assembly*. Gambar 3 merupakan tampilan dari Arduino IDE.



Gambar 3 Arduino IDE.

Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino IDE disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan di dalam *file* dengan ekstensi *.ino*. Teks editor pada Arduino IDE memiliki fitur-fitur seperti *cutting* atau *paste* dan *searching* atau *replacing* sehingga memudahkan pengguna dalam menulis kode program. Pada *software* Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan unggah program. Di bagian bawah paling kanan *software* Arduino IDE, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi dengan komputer beserta COM masukan *port* yang digunakan.

F. LCD Display

Liquid Cristal Display (LCD) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Gambar 4 merupakan tampilan LCD.



Gambar 4 Tampilan LCD.

G. Motor DC

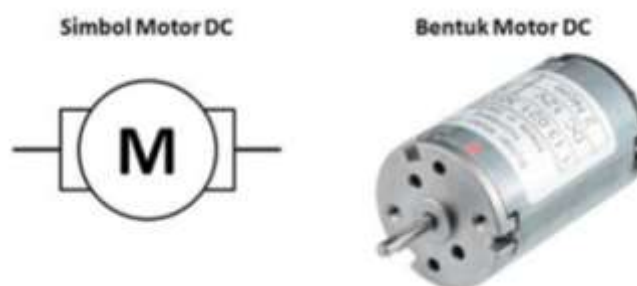
Motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC juga dapat disebut sebagai motor arus searah. Seperti

namanya, Motor DC bekerja pada arus searah dan memiliki *dua* terminal untuk menggerakkannya.

Motor DC menghasilkan jumlah putaran dalam setiap satuan waktu yang biasanya dihitung setiap satuan menit (*rotations per minute*) dan dapat diatur arah putarannya searah jarum jam (*clock wise*) atau berkebalikan dengan arah jarum jam (*counter clock wise*) bergantung dengan kutub atau polaritas dari catu daya yang diberikan pada motor DC.

Motor DC memiliki kecepatan rotasi sekitar 3000 RPM hingga 8000 RPM dengan tegangan operasional antara 1,5 Volt hingga 24 Volt. Jika tegangan yang diberikan lebih rendah dari tegangan operasionalnya maka dapat memperlambat rotasi dari motor DC tersebut sedangkan apabila tegangan lebih tinggi dari tegangan operasionalnya akan membuat rotasi motor DC akan lebih cepat. Namun ketika tegangan yang diberikan tersebut diturunkan dan lebih rendah sekitar 50% dari tegangan operasionalnya maka dapat menyebabkan motor tidak dapat berputar atau berhenti berputar. Sebaliknya, apabila tegangan yang diberikan pada motor DC tersebut 30% lebih tinggi dari tegangan operasional yang telah ditentukan maka motor DC akan menjadi sangat panas dan dapat menyebabkan kerusakan pada motor DC.

Ketika motor DC berputar tanpa beban, maka hanya sedikit arus listrik ataupun daya yang digunakannya, namun pada saat diberikan beban, jumlah arus yang digunakan akan meningkat hingga ratusan % bahkan bisa mencapai 1000% atau lebih bergantung dengan beban yang diberikan. Oleh sebab itu biasanya pada setiap motor DC terdapat *stall current* atau arus pada saat poros motor terhenti karena terdapat beban maksimal pada motor DC. Gambar 5 menyajikan simbol dan bentuk dari motor DC.

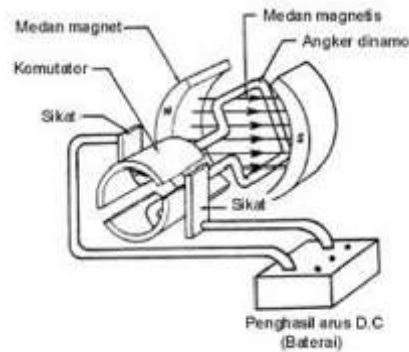


Gambar 5 Motor DC.

1. Struktur Motor DC

Konstruksi motor DC memiliki delapan bagian utama, yaitu rangka atau gandar, kutub medan, sikat arang, kumparan medan, jangkar, kumparan jangkar, celah udara, dan komutator.

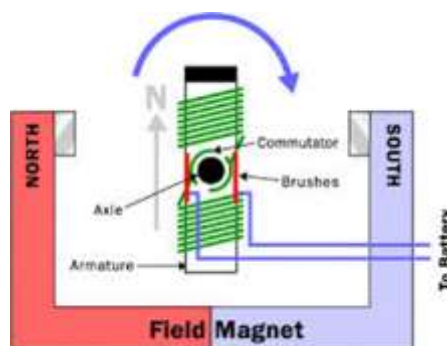
Setiap bagian pada motor DC memiliki fungsi yang berbeda satu sama lain sehingga dapat menunjang kinerja dari motor DC itu sendiri *Workspace*. Gambar 6 merupakan tampilan dari struktur motor DC.



Gambar 6 Struktur Motor DC.

2. Prinsip Kerja Motor DC

Pada prinsipnya motor DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang ber kutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti. Untuk menggerakkannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara.



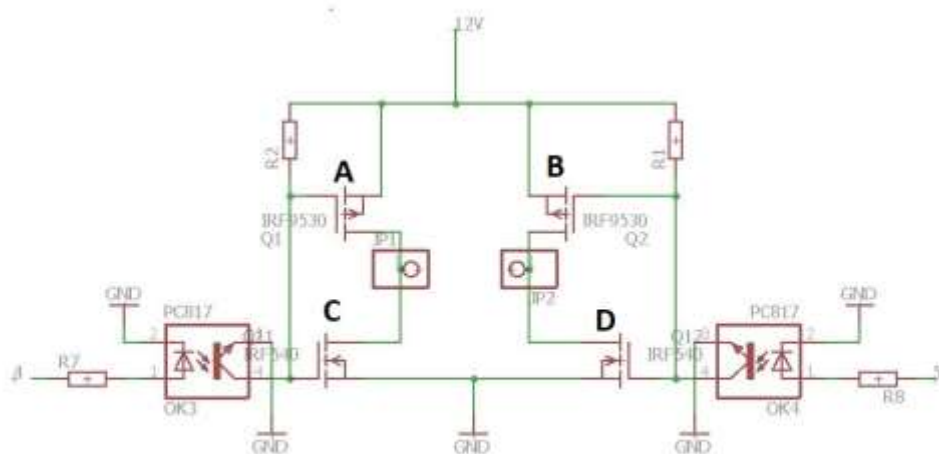
Gambar 7 Prinsip Kerja Motor DC.

Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara

magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan.

H. Driver Motor H – Bridge

H-bridge adalah sebuah perangkat keras berupa rangkaian yang berfungsi untuk menggerakkan motor. Rangkaian ini diberi nama *H-bridge* karena bentuk rangkaiannya yang menyerupai huruf H seperti Gambar 8.



Gambar 8 Driver Motor MOSFET.

1. Konfigurasi *H – Bridge* MOSFET

Rangkaian ini terdiri dari dua buah MOSFET kanal P (Positif) dan dua buah MOSFET kanal N (Negatif). Prinsip kerja rangkaian ini adalah dengan mengatur mati - hidupnya ke empat MOSFET tersebut. Bagian atas rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub positif, sedangkan bagian bawah rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub negatif. Pada saat MOSFET A dan MOSFET D *on* sedangkan MOSFET B dan MOSFET C *off*, maka sisi kiri dari motor DC akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya, sedangkan sisi sebelah kanan motor DC akan terhubung dengan kutub negatif dari catu daya sehingga motor akan bergerak searah jarum jam dijelaskan pada Gambar 9.

Konfigurasi lainnya adalah apabila MOSFET A dan MOSFET B *on* sedangkan MOSFET C dan MOSFET D *off*. Konfigurasi ini akan menyebabkan sisi kiri dan kanan motor terhubung pada kutub yang sama yaitu kutub positif sehingga tidak ada perbedaan tegangan diantara dua buah polaritas motor, sehingga motor akan diam. Konfigurasi seperti ini disebut dengan konfigurasi *break*. Begitu pula jika MOSFET C dan MOSFET D saklar *on*, sedangkan MOSFET A dan MOSFET C *off*, kedua polaritas motor akan terhubung pada kutub negatif dari

catu daya. Maka tidak ada perbedaan tegangan pada kedua polaritas motor DC, dan motor DC akan diam. Konfigurasi yang harus dihindari adalah pada saat MOSFET A dan MOSFET C *on* secara bersamaan atau MOSFET B dan MOSFET D *on* secara bersamaan karena menyebabkan kerusakan pada motor DC.

Transistor jenis MOSFET dipilih karena transistor ini terkenal karena kesanggupan dilalui arus yang relatif besar jika dibandingkan dengan transistor lain, serta memiliki daya disipasi yang kecil. Sehingga transistor ini dapat menghemat pemakaian daya. Sisi masukan tegangan rendah dengan sisi tegangan motor dipisahkan dengan optocoupler. Ground untuk tegangan motor dan tegangan rendah juga dipisahkan. Hal ini dimaksudkan untuk memproteksi pengendali dari arus besar yang mungkin terjadi apabila ada komponen pada tegangan besar yang mengalami kerusakan. Pengujian driver motor *H – Bridge* dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian Driver *H-Bridge*.

A	B	C	D	Aksi
1	0	0	1	Motor berputar searah jarum jam
0	1	1	0	Motor berputar berlawanan arah jarum jam
0	0	0	0	Bebas
0	0	1	1	Pengereman
1	1	0	0	Pengereman

I. *Button*

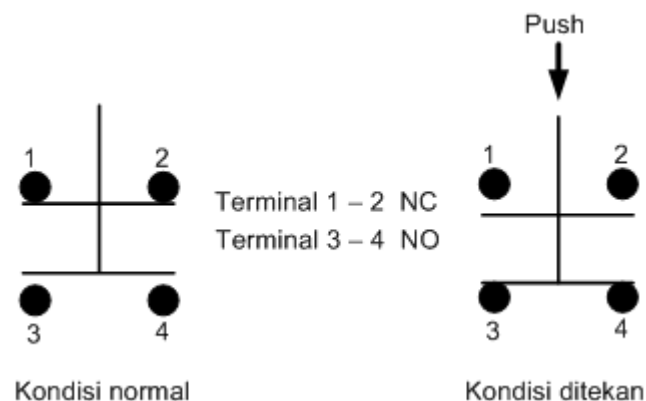
Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal pada Gambar 11 Tampilan *Button*. merupakan wujud fisik dari *button toggle*.



Gambar 11 Tampilan *Button*.

Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *On* dan *Off* (1 dan 0). Istilah *On* dan *Off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *On* dan *Off*.

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *On* dan *Off*.



Gambar 12 Sistem Kerja *Push Button*

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

1. NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (*Close*) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik.

Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (*Push Button ON*).

2. NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar *push button* ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (*Open*), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (*Push Button Off*).