

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Listrik

Panel listrik adalah sebuah perangkat elektronika yang berfungsi menyalurkan, membagi, menyuplai, penghubung, pengamanan dan pengontrol tenaga listrik dari sumbernya (pusat) kepada konsumen. Umumnya sebuah panel listrik memiliki bentuk menyerupai kubus dengan pilihan ukuran yang bervariasi. Panel listrik juga memiliki Box yang bisa dibuka dan ditutup seperti pintu.

Fungsi dari panel listrik adalah untuk menempatkan komponen listrik sebagai pendukung dari mesin-mesin listrik agar bisa beroperasi sesuai dengan prinsip kerja dari mesin listrik itu sendiri. Untuk mengamankan komponen listrik supaya terlindungi dari pengaruh di sekelilingnya. Untuk menata komponen atau rangkaian listrik agar terlihat rapi dan aman. Biasanya pemasangan panel listrik didistribusikan ke gedung gedung perkantoran, hotel, apartemen atau pabrik.

Adapun syarat sehubungan pemasangan panel listrik sebagaimana dipaparkan berikut:

1. Aman terhadap manusia, bangunan, dan lingkungan.
2. Memenuhi fungsi sebagai pusat distribusi power tenaga listrik sebelum disalurkan ke pengguna listrik.
3. Terpenuhinya sistem pengamanan instalasi listrik sebagai sakelar on/off power listrik.

Panel listrik sendiri terdiri atas 2 jenis, yakni panel daya dan panel distribusi listrik fungsi ke pengguna.

Untuk itu didalam pembuatan panel harus diperhatikan hal – hal yang penting agar :

1. Mudah dirawat dan aman.
2. Ditempatkan atau dipasang pada tempat yang mudah dicapai.
3. Didepan panel ruangan harus bebas.
4. Letak panel tidak boleh ditempatkan pada tempat yang lembab.

Berikut dibawah dapat dilihat spesifikasi beserta Gambar panel listrik



Gambar 2.1 Panel Listrik

Agar memudahkan mempelajari panel listrik, berikut adalah 16 komponen yang biasanya terdapat dalam panel listrik, diantaranya:

- Bus bar, merupakan plat yang terbuat dari kuningan. Plat ini memiliki fungsi sebagai terminal atau konekan kabel, bisa juga sebagai arus pembagi.
- Magnetic kontraktor, merupakan komponen yang bisa digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik.
- Pilot lamp, merupakan panel listrik yang berfungsi sebagai tanda arus listrik yang mengalir pada suatu kabel.
- Miniature circuit breaker, adalah komponen yang digunakan untuk menghubungkan listrik dan memutuskannya dalam aliran satu fasa.

- Ampere meter, adalah panel listrik yang digunakan untuk mengukur besaran pemakaian pada listrik yang dipakai.
- Voltmeter, adalah panel listrik yang digunakan untuk mengukur tegangan pada listrik.
- Selektor switch voltmeter, adalah komponen yang berfungsi untuk memilih tegangan listrik di kabel listrik yang dipakai.
- Emergency stop, merupakan komponen yang berfungsi untuk keadaan darurat. Anda harus menekannya jika aliran listrik bermasalah, sehingga aliran listrik segera berhenti.
- TOR atau lebih sering disebut sebagai thermal overload relay, fungsinya untuk mengamankan beban overload pada listrik.
- PLC atau programmable logic control, digunakan untuk menggantikan sirkuit relay sekuensial.
- Air circuit breaker, fungsinya untuk menjadi penghubung aliran listrik baik secara manual dan otomatis.
- Current transformer, merupakan komponen untuk mengetahui arus yang lewat pada ampere meter.
- Box Panel Listrik, Pembuatan panel listrik menggunakan box, box ini terbagi menjadi dua jenis, yakni box listrik yang terbuat dari besi dan plastik,

BS EN 60439 menyatakan suhu ruangan maksimum 40°C, rata-rata harian maksimum 35°C dan minimum ambient -5°C. Sebagai aturan panduan umum, suhu di dalam switchgear tegangan rendah tidak boleh melebihi 50/55°C. Jika ruang Switchroom / ruang Tanaman biasanya dianggap hingga 25° C ini berhubungan dengan kenaikan 25/30K di atas ambien. Dalam kondisi ambien maksimum 40°C.

Adapun jenis perawatan yang diperlukan pada panel listrik, Anda juga perlu memperhatikan langkah-langkah untuk merawat panel listrik yang tepat sebagai berikut.

1. Periksa Suhu Panel Listrik

Ketika melakukan perawatan pada panel listrik, Anda perlu memeriksa suhu pada panel. Pengukuran suhu ini dapat dilakukan dengan termografi inframerah yang akan mengidentifikasi titik panas, kabel berlebih, koneksi resistensi tinggi, masuknya kelembaban dan lain sebagainya.

2. Bersihkan Panel Dari Debu

Hal pertama yang harus dilakukan oleh teknisi untuk merawat panel listrik adalah membersihkan debu yang menempel pada panel listrik. Tidak hanya debu, pastikan juga panel listrik bebas dari kotoran yang menempel. Bersihkan panel listrik secara menyeluruh dan detail hingga ke bagian terdalam. Hal ini bertujuan untuk mencegah debu dan kotoran yang masuk ke dalam panel listrik dan nantinya akan merusak komponen-komponen didalamnya.

3. Mengencangkan Komponen Dan Kabel

Di dalam panel listrik terdapat berbagai jenis komponen seperti terminal kabel, MCCB, MCB, dan lain sebagainya. Biasanya komponen-komponen tersebut tidak tertutup dan dapat menjadi kendur dengan sendirinya. Sehingga perlu diperhatikan kondisi pada komponen tersebut agar dikencangkan kembali.

Hal tersebut dilakukan untuk mencegah komponen tersebut bekerja secara berlebihan dan menyebabkan panas pada mesin. Jika dibiarkan dapat menyebabkan kerusakan dan bahaya pada aktivitas listrik.

4. Lakukan Tes Ampere Dan Voltage

Tes ampere dan voltase ini bertujuan untuk memeriksa apakah komponen tersebut masih bisa berfungsi serta bekerja dengan baik. Misalnya saja pada ampere MCB mempunyai kapasitas 10 ampere, maka Anda dapat mengukur

beban ampere dengan tang ampere. Dan jika komponen ampere berlebihan beban, maka komponen tersebut harus diganti dengan asur yang lebih tinggi.

5. Cek Aliran Listrik Panel

Aliran listrik pada panel perlu diperhatikan agar aliran tersebut sesuai dengan titik-titik yang membutuhkan listrik. Komponen yang perlu diperiksa adalah MCCB (Moulded Case Circuit Breaker) dan MCB (Miniature Circuit Breaker) yang berfungsi sebagai pemutus dan penyambung aliran listrik. Anda juga dapat mengecek aliran listrik pada panel melalui pilot lamp yang berupa lampu indikasi sebagai penanda adanya aliran listrik.

2.2 Arduino Uno

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin input / output (atau biasa ditulis I/O, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz antara lain pin A0 sampai A5, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri disbanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan bagi pengguna ketika hendak pengguna akan memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika pengguna akan memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.



Gambar 2.2 Arduino Uno

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16. Sifat open source arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk pengguna dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat open source komponen yang akan pengguna pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan pengguna bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah pengguna dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler

Spesifikasi arduino uno R3 dapat dilihat pada tabel 2.1 dan arduino uno R3 dapat dilihat pada gambar 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATMega 328
Tegangan	5 V
Tegangan Input (<u>dianjurkan</u>)	7-12 V
Tegangan Input	6-20 V (<u>batas</u>)
Digital I/O	14 Pin (6 dijadikan output PWM)
Analog Input	6 Pin
Arus DC untuk 3.3 V	50 mA
Arus DC per I/O	40 mA
Flash Memory 32 kB (ATMega328)	0.5 kB digunakan untuk <i>bootloader</i>
EEPROM	1 kB
SRAM	2 kB (ATMega328)
Clock Speed	16 MHz

2.2.1 Sumber daya

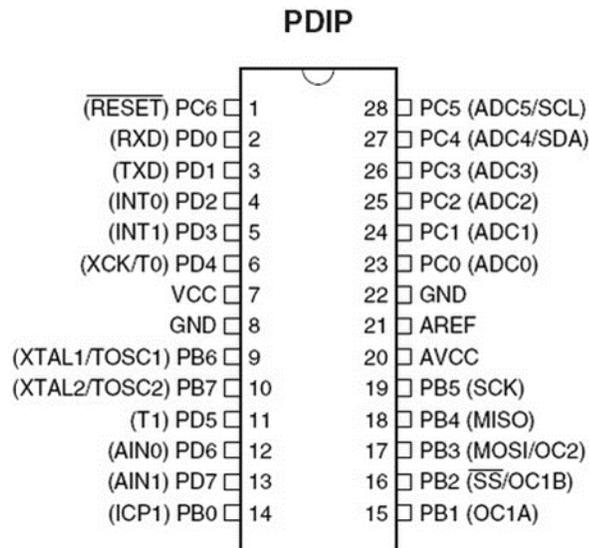
Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau power supply. Power supply diseleksi secara otomatis. Power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok jack adaptor pada koneksi port input supply. Board arduino dapat dioperasikan menggunakan supply dari luar sebesar 6 – 20 volt. Jika supply kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan board bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt.

Penjelasan pada pin power adalah sebagai berikut :

- VIN: Tegangan input ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan power jack, aksesnya menggunakan pin ini.
- 5V: Regulasi power supply digunakan untuk power mikrokontroler dan komponen lainnya pada board. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada board, atau supply oleh USB atau supply regulasi 5V lainnya.
- 3V3: Suplai 3.3 volt didapat oleh FTDI chip yang ada di board. Arus maximumnya adalah 50mA.
- Pin Ground: berfungsi sebagai jalur ground pada arduino.
- Memori: ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

2.3 ATMega328

ATMega328 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroler yang sama dengan ATMega8 ini antara lain ATMega8535, ATMega16, ATMega32, ATmega328, yang membedakan antara mikrokontroler antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin input/output), peripheral (USART, timer, counter, dll). Dari segi ukuran fisik, ATMega328 memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroler diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATMega328 tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan periperialnya relatif sama dengan ATMega8535, ATMega32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan mikrokontroler diatas.



Gambar 2.3 Pin Chip Atmega 328P

2.3.1 Fitur Mikrokontroler ATmega328

ATmega328P adalah mikrokontroler keluaran dari Atmel yang mempunyai arsitektur RISC (Reduce Instruction Set Computer) dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (Completed Instruction Set Computer). Mikrokontroler ATmega328P memiliki beberapa fitur antara lain:

1. Memiliki 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
2. Memiliki kecepatan eksekusi mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
3. Memiliki Flash Memory 32 Kb.
4. Memiliki EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 1 Kb sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
5. Memiliki SRAM (Static Random Access Memory) sebesar 2 Kb.
6. Memiliki 23 pin I/O digital

2.4 Relay 1 Channel

Relay adalah saklar (switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen electromechanical (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/switch). relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5v dan 50 ma mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220v 2a.

Relay juga memiliki sistem kontrol (juga disebut masukan rangkaian atau kontaktor input) dan sistem dikendalikan (juga disebut output rangkaian atau output aktor cont). Hal ini sering digunakan dalam sirkuit kontrol otomatis. Sederhananya, itu adalah saklar otomatis untuk mengendalikan sirkuit arus tinggi dengan sinyal rendah saat ini.



Gambar 2.4 Relay 1 Channel

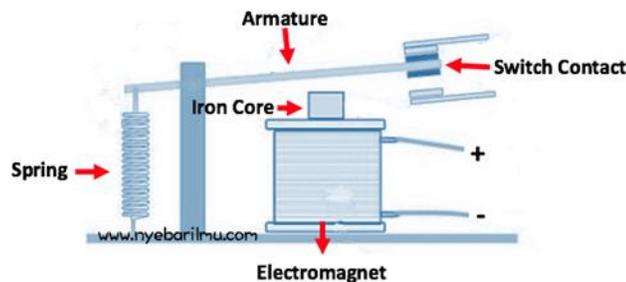
Berikut beberapa keuntungan pada Relay Channel, sebagai berikut :

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
2. Menjalankan fungsi logika alias logic function.
3. Memberikan fungsi penundaan waktu alias time delay function.
4. Melindungi komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting

2.4.1 Fungsi-fungsi Relay

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

1. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (Logic Function)
2. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (Time Delay Function)
3. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
4. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).



Gambar 2.6 Bagian dari Relay

Pada gambar 2.6 diatas dapat diketahui bahwa sebuah Iron Core atau inti besi yang dililit oleh kumparan Coil. Fungsi mengapa harus dililit kumparan yaitu teraliri arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnetik. Dari gaya elektromagnetik tersebut dapat menarik Armature berpindah posisi dengan penahan spring, sehingga

terjadi switch contact yang berefek dari kondisi awal tertutup (NC) akan menjadi terbuka (NO).

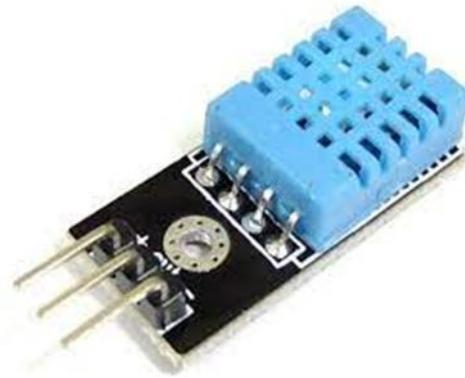
Pada saat relay kondisi Normally Open (NO) maka saklar atau switch contact akan menghantarkan arus listrik. Tetapi apabila ditemukan kondisi dimana armature kembali ke posisi semula (NC), pada saat itu juga menandakan bahwa module tidak teraliri arus listrik.

Penjelasan tentang perbedaan NC dan NO yaitu :

- NC (Normally Close) : Kondisi awal dimana relai pada posisi tertutup, tetapi saat teraliri arus maka akan ke posisi terbuka
- NO (Normally Open) : Merupakan kebalikan dari NC yang dimana kondisi awal relai pada posisi Open, tetapi saat teraliri arus maka akan ke posisi tertutup.

2.5 Sensor DHT 11

Sensor suhu dan kelembaban DHT 11, Sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu sekaligus mengukur perubahan kelembapan dalam suatu tempat adalah sensor DHT 11. Untuk menggunakan sensor DHT 11 ini ada berbagai cara. Tapi pada tugas akhir ini untuk penggunaan sensor DHT 11 yang telah menggunakan bantuan library tertentu. Sehingga pada program yang digunakan sudah lebih disederhanakan. Berikut ini untuk memahami terlebih lanjut mengenai secara detail sensor DHT 11 sebagai berikut ini:



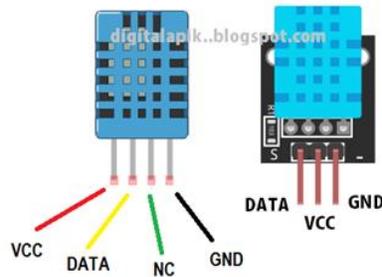
Gambar 2.7 Sensor DHT-11

Spesifikasi secara detail Sensor DHT 11

1. Tegangan dan masukan 3-5 V
2. Arus maksimal saat pengkonversian (ketika pemrosesan data) adalah 2.5 Ma
3. Bagus untuk pembacaan kelembapan dengan kisaran 20-80% dengan ketepatan + 5%
4. Bagus untuk pembacaan suhu dengan kisaran 0-50% dengan ketepatan + 2%
5. Kecepatan pengambilan sampingan tidak lebih dari 1 Hz (Sekali setiap detik)
6. Ukuran body 15.5 mm x 12 mm x 5,5 mm
7. Memiliki 4 pin dengan jarak 0,1 "

Module sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Keunggulan dari sensor dht 11 dibanding dengan yang lainnya antara lain memiliki kualitas pembacaan data sensing yang sangat baik, responsif (cepat dalam pembacaan kondisi ruangan), serta tidak mudah terinterferensi. Pada setiap sensor dht 11 ini memiliki fitur untuk kalibrasi dari kelembaban ruang kalibrasi, dan itu kalibrasinya cukup akurat. Koefisien kalibrasi yang disimpan dalam memori program OTP, sensor internal mendeteksi sinyal dalam proses yang dapat disebut dengan koefisien kalibrasi. Sensor ini memiliki empat kaki, yaitu pin VCC,

Data, NC, dan GND, berikut pengertian kaki – kaki pada sensor dht 11 pada gambar berikut ini :



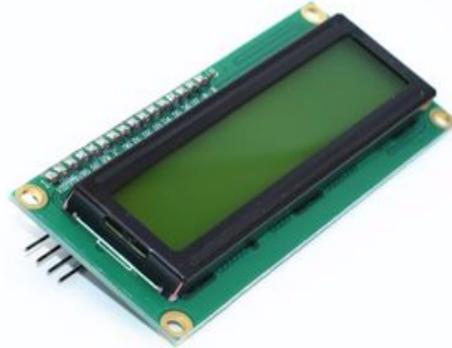
Gambar 2.8 Kaki kaki sensor DHT-11

Keterangan kaki – kaki :

1. Pin 1: vcc 3,5 – 5,5 V DC.
2. Pin 2: data atau serial data (single bus)
3. Pin 3: NC, not used.
4. Pin 4: GND atau ground

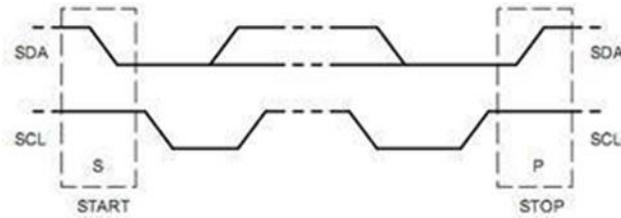
2.6 LCD 12C

LCD I2C Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi untuk menampilkan output sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. Secara garis besar komponen penyusun Lcd terdiri dari kristal cair (liquid crystal) yang diapit oleh 2 buah elektroda transparan dan 2 buah filter polarisasi (polarizing filter)



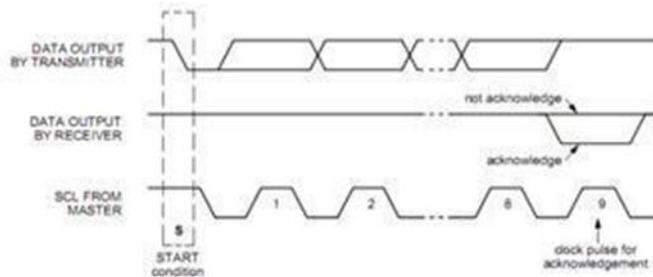
Gambar 2.9 LCD I2C

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk s inyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master. Sinyal Start merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal Stop merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1 ”. Kondisi sinyal Start dan sinyal Stop seperti tampak pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 Kondisi Sinyal Start Dan Stop

Sinyal dasar yang lain dalam I2C Bus adalah sinyal acknowledge yang disimbolkan dengan ACK Setelah transfer data oleh master berhasil diterima slave, slave akan menjawabnya dengan mengirim sinyal acknowledge, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus clock ke 9. Ini menunjukkan bahwa Slave telah menerima 8 bit data dari Master. Kondisi sinyal acknowledge seperti tampak pada Gambar 2.11

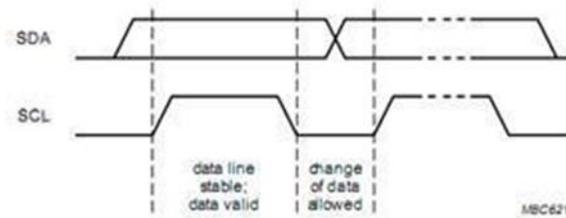


Gambar 2.11 Sinyal ACK dan NACK

Dalam melakukan transfer data pada I2C Bus, kita harus mengikuti tata cara yang telah ditetapkan yaitu:

- Transfer data hanya dapat dilakukan ketika Bus tidak dalam keadaan sibuk.
- Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadaan tinggi. Keadaan perubahan “1” atau “0” pada SDA hanya dapat dilakukan selama.

SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal Start atau sinyal Stop.



Gambar 2.12 Transfer bit pada I2C bus

2.7 Exhaust Fan

Fan ini berfungsi untuk pengganti elektronik enclosure ac dan berfungsi untuk mendinginkan panel didalam ruangan. Fungsi lain dari fan adalah mengatur volume panas udara yang akan disirkulasikan pada ruang panel listrik. Supaya panel tidak mengalami suhu panas dan dapat bersirkulasi udara secara normal. Dalam tugas akhir ini elektronik enclosure AC digantikan dengan Exhaust fan yang dimana digunakan untuk mendinginkan udara panas didalam panel untuk disirkulasikan. Fan atau blower ac banyak digunakan di industri untuk memindahkan sejumlah volume udara Supaya tetap sehat ruang butuh sirkulasi udara agar selalu ada pergantian udara dalam ruangan panel listrik dengan udara segar dari luar luar ruangan. Exhaust fan merupakan salah satu jenis kipas angin yg difungsikan untuk sirkulasi udara dalam ruang atau rumah. Oleh karena itu,peletakkannya diantara indoor dan outdoor. Kipas jenis exhaust fan, banyak kemungkinan digunakan karena akan dapat membuat ruangan menjadi.sejuk, meski begitu, yang menggunakan AC juga harus memasang exhaust fan, untuk mengurangi kelembaban udara dalam ruang.



Gambar 2.13 Fan Exhaust

Untuk spesifikasinya

1. Tegangan : DC 12V
2. Arus : 0.38 mA
3. Ukuran : 12 cm × 12 cm

2.9 Adaptor

Adaptor pada prinsipnya adalah sebuah power supply yang telah disesuaikan voltase nya dengan peralatan yang akan di supply. Sebuah alat yang beroperasi pada voltase 12V harus memiliki sebuah alat yang disebut dengan adaptor untuk dapat merubah voltase 220 V ac dari PLN menjadi 12V dc. Spesifikasi adaptor sebagai berikut:



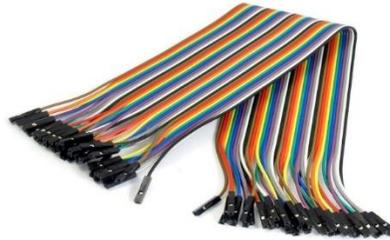
Gambar 2.14 Adaptor

2.10. Kabel Jumper

Salah satu komponen yang cukup penting dalam membuat rangkaian adalah kabel jumper Arduino. Kabel jumper adalah kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder.

Intinya kegunaan kabel jumper ini adalah sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Biasanya kabel jumper digunakan pada breadboard atau alat prototyping lainnya agar lebih mudah untuk mengutak-atik rangkaian.

Berikut adalah gambar dari kabel jumper :



Gambar 2.15 Kabel Jumper

2.11 Rumus mencari error Sensor DHT 11 dan Thermometer

Ragam ralat dari pengukuran atau pengamatan dibagi menjadi 3 macam, yaitu: ralat sistematis (systematic error), ralat rambang (random error), dan ralat kekeliruan tindakan. Ralat sistematis adalah ralat pengukuran yang akan memberikan efek tetap terhadap hasil ukur (Panduan Praktikum Fisika Dasar, 2016). Rumus perhitungan nilai error.

$$error = \text{data sebenarnya} - \text{data terukur} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\% \text{ error} = \frac{\text{data sebenarnya} - \text{data terukur}}{\text{data sebenarnya}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

1. Data sebenarnya = thermometer
2. Data terukur = Sensor DHT 11
3. % error = Ralat systematic