

BAB II

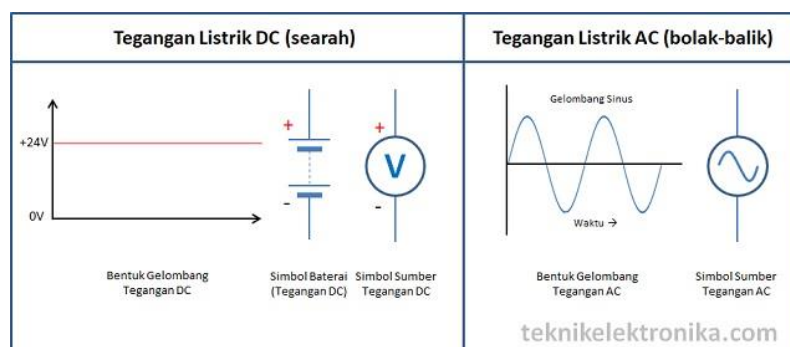
PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Besaran Listrik

Beberapa besaran listrik yang harus diketahui dalam mempelajari ilmu kelistrikan adalah tegangan listrik, arus listrik, hambatan listrik dan daya listrik. Besaran-besaran listrik tersebut merupakan besaran pokok yang menjadi dasar terbentuknya besaran listrik yang lain.

1. Tegangan

Tegangan listrik adalah besarnya beda energi potensial antara dua buah titik yang diukur dalam satuan Volt (V). Tegangan dapat juga diartikan sebagai *joule per Coulomb*. Tegangan dapat didefinisikan sebagai kerja yang diperlukan untuk memindahkan satu unit muatan dari satu terminal ke terminal yang lain. Sumber tegangan listrik terbagi menjadi dua macam, yaitu tegangan DC (*Direct current*) dan tegangan AC (*Alternating current*). Tegangan DC merupakan tegangan searah yang sumber tegangannya konstan. Sedangkan tegangan AC merupakan tegangan bolak balik yang nilainya bervariasi secara berkala dengan waktu.



Gambar 1. Simbol Tegangan DC dan Simbol Tegangan AC

Sumber: <https://teknikelektronika.com/pengertian-tegangan-listrik-electric-voltage/>

Berdasarkan perbedaan potensial listriknya, suatu tegangan listrik dapat dimasukkan kedalam kelompok tegangan rendah, menengah, tinggi hingga ekstra tinggi. Listrik rumah tinggal termasuk kedalam kelompok Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Standar tegangan listrik rumah tinggal di Indonesia yaitu berupa tegangan AC 220V. Namun dalam keadaan aslinya tegangan di tiap-tiap rumah biasanya berbeda tergantung dengan sistem distribusi listrik yang menuju ke rumah tersebut. Secara matematis, tegangan dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = \frac{dW}{dQ}$$

Keterangan: V = Tegangan dalam satuan volt (V)
 W = Energi dalam satuan joule (J)
 Q = Muatan dalam satuan Coulomb (C)

2. Arus

Arus merupakan perubahan kecepatan muatan terhadap waktu atau muatan yang mengalir dalam satuan waktu. Selama muatan tersebut bergerak maka akan muncul suatu arus, namun jika muatan tersebut diam maka arus akan hilang. Arus listrik terdapat dalam suatu area ketika muatan listrik total dipindahkan dari satu titik ke titik lain dalam area tersebut (Beuche 2006:185). Coulomb adalah satuan yang menyatakan muatan. Tujuan dari sebuah rangkaian listrik yaitu untuk memindahkan muatan sepanjang lintasan yang diinginkan. Arus listrik dinyatakan dengan satuan Ampere (A) dan disimbolkan dengan huruf I (dari kata Perancis: *Intensite*). Dimana 1A sama dengan 1C/detik. Pada arus listrik juga dikenal dengan arus listrik DC dan arus listrik AC. Dimana arus DC adalah arus

yang mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu, yang berarti dimana pun meninjau arus tersebut dan pada waktu yang berbeda sekalipun akan mendapatkan nilai yang sama. Sedangkan arus AC adalah arus yang mempunyai nilai yang berubah terhadap satuan waktu dengan karakteristik akan selalu berulang untuk perioda waktu tertentu. Secara sistematis arus dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Keterangan: I = Arus listrik dalam satuan Ampere (A)

Q = Muatan listrik dalam satuan Coulomb (C)

t = Waktu dalam satuan detik (s)

3. Beban Listrik

Beban listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau segala yang membutuhkan tenaga listrik. Pemilihan beban listrik akan mempengaruhi pemakaian listrik. Pada kehidupan sehari-hari beban listrik mencakup peralatan listrik seperti lampu, televisi, kulkas, setrika, AC, kipas angin, dll. Beban listrik dikenal sebagai hambatan atau resistan pada suatu rangkaian listrik, yang mempunyai hubungan dengan tegangan dan arus listrik seperti yang disebutkan pada hukum ohm. Dimana arus berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan, karena dapat menghalangi aliran arus.

Hukum Ohm pada mulanya terdiri dari dua bagian. Bagian pertamanya hanya merumuskan persamaan hambatan, namun Hukum Ohm juga menyatakan bahwa R adalah sebuah konstanta yang independen terhadap V dan I dimana hubungan tegangan sama dengan arus di kali hambatan. Hubungan ini dapat diterapkan pada

resistor apapun, dimana V adalah beda potensial antara kedua ujung resistor tersebut, I adalah arus yang melewati resistor tersebut, dan R adalah hambatan resistor pada kondisi-kondisi tersebut (Beuche 2006:185). Hambatan dinotasikan dengan R dan satuan Ohm (Ω). Secara matematis, hukum ohm dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$V = I \times R$$

Keterangan: I = Arus dalam satuan Ampere (A)

V = Tegangan dalam satuan Volt (V)

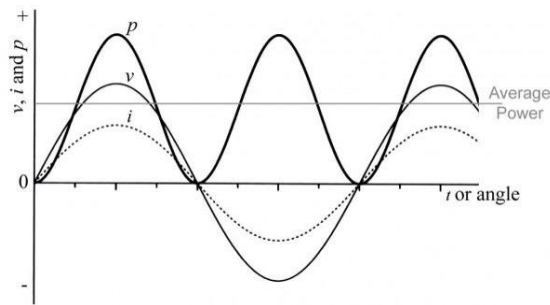
R = Hambatan dalam satuan Ohm (Ω)

Karakteristik beban listrik dalam listrik arus AC terbagi menjadi tiga macam, antara lain sebagai berikut:

a. Beban Resistif (R)

Merupakan beban yang hanya terdiri dari komponen ohm (*resistance*). Alat listrik yang termasuk beban resistif bekerja berdasarkan prinsip resistor, sehingga arus listrik yang melewatinya akan terhambat dan akibatnya alat listrik tersebut akan menghasilkan panas. Beban resistif mencakup elemen pemanas (*heating element*) dan lampu pijar. Beban jenis resistif hanya mengonsumsi beban aktif dan mempunyai faktor daya bernilai satu. Secara matematis, beban resistif dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

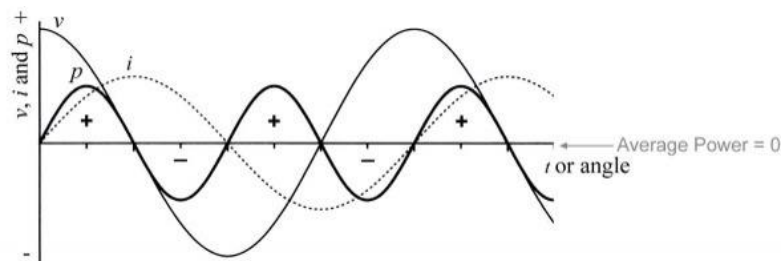


Gambar 2. Gelombang Listrik Beban Resistif Terhadap Tegangan, Arus dan Daya
 Sumber: <http://artikel-teknologi.com/pengertian-beban-resistif-induktif-dan-kapasitif-pada-jaringan-listrik-ac/>

b. Beban Induktif (L)

Merupakan beban yang terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti *coil*, transformator dan solenoid. Beban induktif dapat mengakibatkan pergeseran fasa (*phase shift*) pada arus sehingga bersifat tertinggal (*lagging*) sebesar 90° terhadap tegangan. Hal ini disebabkan oleh energi yang tersimpan berupa medan magnetis yang akan mengakibatkan fasa arus bergeser menjadi tertinggal terhadap tegangan. Beban jenis induktif menyerap daya aktif dan daya reaktif. Contoh beban induktif dikehidupan sehari-hari yaitu motor listrik, mesin las listrik, lampu hemat energi, dll. Secara matematis, beban induktif dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

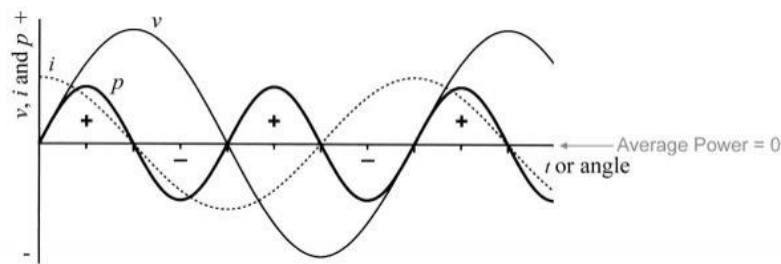


Gambar 3. Gelombang Listrik Beban Induktif Terhadap Tegangan, Arus dan Daya
 Sumber: <http://artikel-teknologi.com/pengertian-beban-resistif-induktif-dan-kapasitif-pada-jaringan-listrik-ac/>

c. Beban Kapasitif (C)

Merupakan beban yang memiliki kemampuan kapasitansi atau menyimpan energi yang berasal dari pengisian elektrik (*electrical discharge*) pada suatu rangkaian listrik. Hal ini dapat mengakibatkan arus mendahului tegangan (*leading*). Beban kapasitif menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif. Alat listrik yang termasuk jenis beban kapasitif adalah kapasitor atau kondensator. Secara matematis, beban kapasitif dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos\phi$$



Gambar 4. Gelombang Listrik Beban Kapasitif Terhadap Tegangan, Arus dan Daya

Sumber: <http://artikel-teknologi.com/pengertian-beban-resistif-induktif-dan-kapasitif-pada-jaringan-listrik-ac/>

4. Daya Listrik

Daya listrik merupakan banyaknya energi listrik yang mengalir setiap detik atau *joule per second*. Daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* merupakan jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah rangkaian. Menurut Nursalam Parhan (2013) daya listrik adalah kemampuan atau kapasitas untuk melakukan suatu usaha atau energi. Sedangkan menurut Pujiono (2013) tenaga atau daya adalah energi dibagi waktu yang disimbolkan dengan huruf P dan satuannya adalah watt. Selain dengan satuan watt, daya juga bisa disebutkan dengan satuan HP (*Horsepower*), dimana 1 HP setara

dengan 746 watt. Secara matematis daya listrik dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$W = P \times t$$

$$P = \frac{dW}{dt}$$

Keterangan: P = Daya dalam satuan watt (W)

W = Energi dalam satuan joule (J)

T = Waktu dalam satuan detik (s)

Elemen listrik yang memberi daya dinamakan dengan sumber listrik, sedangkan yang menyerap daya dinamakan dengan beban (*load*). Elemen listrik berupa beban dalam pemanfaatan listrik di rumah tinggal yaitu berupa peralatan listrik seperti televisi, kulkas, AC, setrika, dan lain sebagainya. Sebagai contoh penggunaan setrika, panas yang dihasilkan oleh setrika merupakan hasil konversi energi listrik menjadi energi panas. Semakin besar penggunaan energi listrik akan berbanding lurus dengan besarnya daya listrik yang harus dihasilkan dan biaya yang harus dibayarkan.

Hubungan tegangan, arus dan daya dapat dijelaskan dalam persamaan berikut:

$$P = \frac{dW}{dt}$$

$$P = V \times I$$

$$P = I^2 \times R$$

$$V = \frac{P}{I}$$

Listrik Arus Bolak-balik (AC) memiliki tiga jenis daya atau yang lebih sering dikenal dengan segitiga daya, khususnya untuk beban yang memiliki impedansi (Z) yaitu antara lain sebagai berikut:

a. Daya semu

Merupakan daya yang didapat pengguna listrik dari sumber PLN dengan satuan VA (Volt Ampere). Daya semu menyatakan kapasitas peralatan listrik. Pada peralatan generator dan transformator kapasitas dinyatakan dengan daya semu atau KVA. Daya semu merupakan resultan antara daya nyata dan daya reaktif. Secara matematis, daya semu dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = V \times I$$

Keterangan: S = Daya Semu dalam satuan Volt Ampere (VA)

V = Tegangan dalam satuan Volt (V)

I = Arus dalam satuan Ampere (A)

b. Daya aktif

Merupakan daya yang dikonsumsi oleh berbagai peralatan listrik. Daya aktif biasanya juga dikenal dengan daya nyata. Setiap peralatan listrik memiliki spesifikasi daya aktif yang diserap atau dikonsumsi untuk dapat beroperasi. Satuan daya aktif yaitu watt yang diambil dari nama penemu mesin uap James Watt. Pada beban listrik yang bersifat resistif daya aktif merupakan daya nyata yang diubah menjadi panas, yang memiliki faktor daya 1 sehingga daya aktifnya dapat dicari dengan hanya mengetahui tegangan dan arus listrik. Pada beban impedansi daya nyata hasil kali tegangan dan arus serta faktor kerja ($\cos\phi$). Secara matematis, daya aktif dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

Keterangan: P = Daya Aktif dalam satuan Watt (W)

V = Tegangan dalam satuan Volt (V)

I = Arus dalam satuan Ampere (A)

$\cos\phi$ = Faktorf Daya atau Cos Phi

c. Daya reaktif

Merupakan daya yang dibutuhkan untuk pembentukan medan magnet atau daya yang ditimbulkan pada beban yang bersifat induktif. Daya reaktif secara kelistrikan dapat diukur, secara vektor merupakan hasil penjumlahan dari vector perkalian tegangan dan arus listrik dimana arus mengalir pada komponen resistor sehingga arah vektornya searah dengan tegangan, dan vektor yang arah 90° terhadap tegangan, tergantung pada beban seperti induktif atau kapasitif. Satuan daya reaktif yaitu Volt Ampere (VAR). Biasanya pada pabrik-pabrik yang menggunakan banyak motor listrik untuk menghemat daya reaktif dipasang kapasitor pada rangkaian beban. Secara matematis, daya reaktif dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = V \times I \times \sin\phi$$

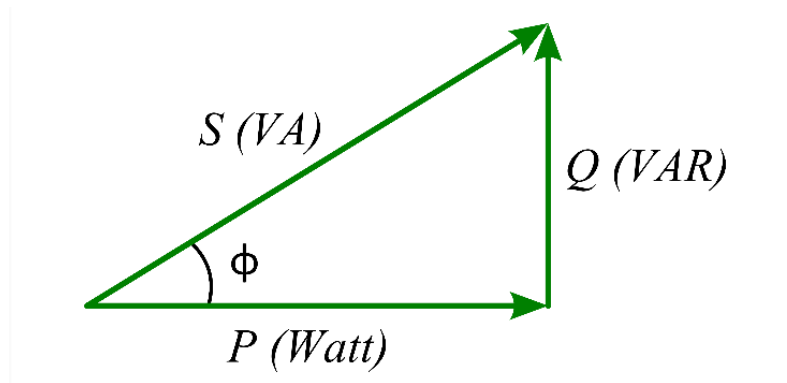
Keterangan: Q = Daya Reaktif dalam satuan Volt Ampere Reaktif (VAR)

V = Tegangan dalam satuan Volt (V)

I = Arus dalam satuan Ampere (A)

$\sin\phi$ = Faktorf Reaktif atau Sin Phi

Berikut merupakan gambar dari segitiga daya yang mencakup daya semu, daya aktif dan daya reaktif:



Gambar 5. Segitiga Daya

Pada gambar segitiga daya di atas, daya aktif (P) digambarkan secara garis horizontal lurus. Daya reaktif (Q) memiliki perbedaan sudut dengan daya aktif sebesar 90° sedangkan daya semu (S) merupakan hasil penjumlahan secara vector antara daya aktif dengan daya reaktif. Untuk mengetahui nilai salah satu daya dengan data yang diketahui hanya dua daya, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Tabel 1. Rumus Mencari Nilai Salah Satu Daya

Daya Aktif	Daya Reaktif	Daya Semu
$P^2 = S^2 - Q^2$	$Q^2 = S^2 - P^2$	$S^2 = P^2 + Q^2$
$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$	$P = \sqrt{P^2 + Q^2}$

B. Gangguan Listrik

Penggunaan listrik di kehidupan sehari-hari tidak selalu berjalan dengan baik. Akan ada situasi listrik mengalami beberapa gangguan yang mengakibatkan beberapa kerugian seperti rusaknya peralatan listrik, hingga mengakibatkan korban jiwa. Begitu juga pada penggunaan listrik di rumah tinggal, terdapat beberapa potensi gangguan listrik yang mengancam keselamatan pengguna jika tidak

memahami gangguan kelistrikan dan cara mengantisipasi yang baik dan benar. Adapun beberapa gangguan listrik yang sering terjadi di rumah tinggal antara lain sebagai berikut:

1. Arus lebih (*Over Current*), yaitu gangguan yang diakibatkan karena arus yang mengalir memiliki nilai lebih besar daripada rating arus kerja yang ditetapkan untuk suatu rangkaian. Arus lebih ini dapat muncul dalam dua cara yaitu sebagai arus beban lebih dan sebagai arus hubung singkat atau arus gangguan. Astuti (2011) menyatakan arus listrik merupakan laju perpindahan muatan pada suatu luasan. Dengan demikian, arus adalah banyaknya muatan yang mengalir pada suatu luasan penampang penghantar per satuan waktu. Besarnya arus yang mengalir pada suatu rangkaian listrik dipengaruhi oleh besarnya beda potensial yang diterapkan kepadanya.
2. Drop Tegangan atau Kelebihan Tegangan (*Under/ Upper Voltage*), merupakan suatu gangguan yang dapat merusak berbagai peralatan elektronik di rumah. Gangguan ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya karena adanya gangguan hubung singkat di sistem tenaga listrik, trafo distribusi yang sudah kelebihan beban, sambungan listrik yang kendor dan adanya arus listrik yang terlalu besar sehingga tegangan menurun. Menurut Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000: 110) drop voltase antara terminal pelanggan dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 5% dari voltasi pengenal pada terminal pelanggan. Dengan begitu jika tegangan dirumah tinggal sebesar 220V, penurunan tegangan yang diperbolehkan hanya sampai 210V.

3. Suhu lebih (*Over heat*), merupakan suatu gangguan listrik yang berdasarkan besarnya suhu di suatu rangkaian listrik. Isolasi suatu peralatan listrik terbatas dengan suhu maksimal operasi yang diizinkan tergantung jenis bahan isolasinya. Suhu berlebih sangat memungkinkan terjadinya kebakaran, luka bakar atau efek cedera lainnya. Menurut PUIL (2011:110) suhu operasi maksimum terhadap jenis isolasi adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Suhu Operasi Maksimum Terhadap Jenis Isolasi

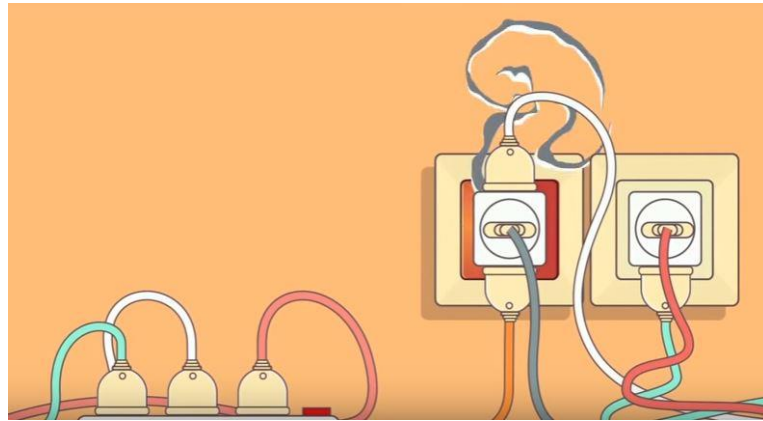
Jenis Isolasi	Suhu Maksimal (°C)
Polivinil Klorida (PVC)	70°C
Polietilen Ikat Silang (XLPE) dan Karen propilen (EPR)	90°C
Mineral (ditutup PVC polos dapat disentuh)	70°C
Mineral (tidak kontak dengan bahan yang mudah terbakar)	105°C

Sumber: PUIL 2011

C. Kebakaran Akibat Listrik

Kebakaran merupakan suatu reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung secara cepat dari suatu bahan bakar yang disertai dengan timbulnya api. Kebakaran terjadi akibat bertemunya tiga unsur yang mencakup bahan (yang dapat terbakar), suhu penyalaan atau titik nyala dan zat pembakar (oksigen atau udara). Untuk mencegah terjadinya kebakaran adalah dengan mencegah bertemunya salah satu dari dua unsur lainnya (Hargiyarto, 2003:1). Menurut Sumardjati (2008:22) Instalasi listrik merupakan bagian yang sangat penting dalam instalasi bangunan. Instalasi listrik yang tidak memenuhi standar pemasangan akan sangat beresiko menjadi titik awal terjadinya kebakaran akibat listrik. Hasil pengamatan mengenai kejadian kebakaran akibat listrik di lapangan dan berdasarkan wawancara dengan Dinas Kebakaran yaitu terjadi pada masalah sambungan kabel, perawatan serta

pemakaian jenis kabel yang tidak standar, pemakaian beban berlebih pada titik stop kontak dan peralatan elektronik (Rahmat, 2018).



Gambar 6. Ilustrasi Munculnya Busur Api Akibat Beban Berlebih dan Menimbulkan Resiko Kebakaran Akibat Listrik

Sumber: <https://www.alatpemadamapi.co.id/tips-mencegah-terjadinya-kebakaran-akibat-korsleting-listrik/>

Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2011 menyebutkan terdapat beberapa cara untuk menghindari resiko kebakaran akibat listrik antara lain:

1. Menghindari penggunaan peralatan dengan beban kapasitas listrik yang berlebih. Hindari penggunaan peralatan listrik yang melebihi beban kapasitas meteran listrik.
2. Menghindari pemasangan instalasi listrik dengan terlalu banyak sambungan dirumah dengan isolasi yang apabila terkena panas mudah memuai sehingga mengakibatkan isolasi tersebut terkelupas.
3. Pada saat listrik padam, jangan letakkan lilin di dekat dengan bahan yang mudah terbakar seperti kasur, kardus, dan kain.
4. Memeriksa secara berkala instalasi listrik yang ada dirumah. Apabila terdapat kabel yang rapuh, sambungan maupun stop kontak yang sudah aus atau tidak

rapat, maka segera melakukan penggantian baru dan dengan standar yang diizinkan.

Sumardjati (2008:18) menambahkan penyebab utama kebakaran akibat listrik antara lain sebagai berikut:

1. Ukuran kabel yang tidak memadai. Salah satu faktor yang menentukan ukuran kabel atau penghantar adalah besar arus nominal yang akan dialirkan melalui kabel tersebut sesuai dengan lingkungan pemasangannya, terbuka atau tertutup. Dasar pertimbangan lainnya yaitu efek pemanasan yang dialami oleh kabel tersebut jangan melampaui batas. Jika hal tersebut terjadi akan menimbulkan efek panas yang berkepanjangan yang akhirnya dapat merusak isolasi dan membakar benda disekitarnya.
2. Kesalahan pengguna yang menumpuk sambungan tidak permanen pada kotak kontak listrik sehingga kotak kontak tersebut menjadi panas akibat kelebihan beban.
3. Tusuk kontak yang penancapannya tidak kencang/ kendur. Hal tersebut akan menimbulkan bunga api dan panas pada titik sambungan tersebut sehingga dapat melelehkan kotak kontak listrik.
4. Hubung singkat dan beban lebih yang disebabkan oleh kerusakan beban.
5. Komponen instalasi listrik yang digunakan tidak sesuai standar SNI.
6. Instalasi listrik yang sudah usang.

D. *Internet of Things*

Kemajuan teknologi mengantarkan interaksi kehidupan sehari-hari seperti sistem monitoring dan pengendalian kepada era jaringan *wireless* contohnya

Internet of Things (IoT). Inovasi baru ini menjadi sebuah bidang penelitian tersendiri semenjak berkembangnya teknologi internet dan media komunikasi lain. Penggunaan komputer dan *smartphone* dimasa datang akan mampu mendominasi pekerjaan manusia dan mengalahkan kemampuan komputasi manusia seperti mengontrol peralatan elektronik dari jarak jauh menggunakan IoT. Untuk memahami definisi dari *Internet of Things* dapat dilihat dari gabungan dari kedua kata yaitu “internet” dan “*Things*”. Dimana Internet didefinisikan sebagai sebuah jaringan komputer yang menggunakan protokol-protokol internet (TCP/IP) yang digunakan untuk berkomunikasi dan berbagi informasi dalam ruang lingkup tertentu. Sementara “*Things*” diartikan sebagai objek-objek dari dunia fisik yang diambil melalui sensor-sensor yang kemudian dikirim melalui internet. Menurut Meutia (2015) IoT dapat diartikan sebagai sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan saling berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas melalui jaringan internet. IoT didefinisikan sebagai sebuah penemuan yang mampu menyelesaikan permasalahan yang ada melalui penggabungan teknologi dan dampak sosial, sementara itu jika ditinjau dari standarisasi secara teknik, IoT dapat digambarkan sebagai infrastruktur global untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat, memungkinkan layanan canggih dengan interkoneksi baik secara fisik dan virtual berdasarkan pada yang telah ada dan perkembangan informasi serta teknologi komunikasi (Sukaridhoto:2016:9).

Internet of Things dapat diakses kapan saja dan dimana saja tergantung dengan konektivitas internet. IoT saat ini sudah semakin banyak diterapkan

dikehidupan manusia, yang sebagian besar berfokus pada pembacaan sensor secara *realtime*. IoT merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet (Keoh, Kumar, & Tschofenig: 2014).

E. Komponen-komponen

1. Mikrokontroler Arduino UNO R3

Penggunaan mikrokontroler untuk mengerjakan suatu proyek elektronika saat ini berkembang sangat pesat. Mikrokontroler merupakan suatu chip IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal input, yang kemudian diolah dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang telah diisikan di dalamnya. Sensor pada proyek mikrokontroler merupakan media yang memberikan informasi dari pembacaan dilingkungan dan dijadikan sebagai sinyal *input*. Sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Menurut Abubakar (2014) penggunaan utama dari mikrokontroler adalah untuk mengontrol operasi dari mesin.

Arduino UNO R3 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang cukup sering digunakan dalam beberapa proyek dan sebagai media belajar mikrokontroler dikarenakan dengan harga yang murah dan mudah untuk di dapatkan. Arduino UNO R3 berbasis chip ATmega328P yang memiliki 14 digital pin *input/output* dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM (*pulse width modulation*) antara pin 0 sampai 13, analog *input* terdiri dari 6 pin, sebuah osilator *crystal* 16MHz antara pin A0 sampai A5, sebuah koneksi USB, soket adaptor *power*

jack, header ICSP dan tombol *reset* yang digunakan untuk memuat ulang (*restart*) sistem arduino.



Gambar 7. Arduino UNO R3
 Sumber: <http://www.belajarduino.com>

Spesifikasi dari Arduino UNO R3 dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Spesifikasi Arduino UNO R3

Microcontroller	Atmega 328
Operating Voltage	1.8 – 5.5V
Input Voltage (Recommended)	7 – 12V
Input Voltage (Limit)	6 – 20V
Digital I/O Pins	14 (Which 6 PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current I/O Pin	40mA
DC Current 3.3V Pin	50mA
Flash Memory	32KB (0.5KB used by bootloader)
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6mm
Width	53.4mm
Temperature Range	-40°C to 85°C
Speed Grade	0 – 4 MHz @ 1.8 – 5.5V 0 – 10 MHz @ 2.7 – 5.5V 0 – 20 MHz @ 4.5 – 5.5V

Sumber: Data sheet Arduino UNO R3

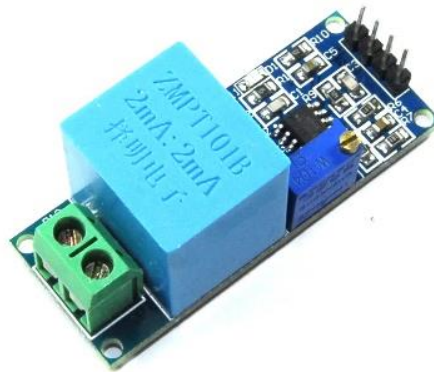
Arduino UNO R3 beroperasi pada tegangan 7-12VDC. Sumber tegangan dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC to DC atau baterai. Adaptor dapat langsung

dihubungkan dengan memasukkan sebuah *center-positive plug* yang panjangnya 2,1mm ke *port power jack* dari arduino. Apabila menggunakan catu daya berupa baterai maka dapat langsung disambungkan ke *port* arduino pin *ground* (GND) dan pin *power* (Vin). Jika tegangan sumber yang diberikan kurang dari 5VDC maka dapat dipastikan arduino akan menjadi tidak stabil, namun ketika menggunakan catu daya lebih dari 12V dapat menyebabkan IC *Voltage regulator* menjadi panas dan membahayakan *board* arduino itu sendiri. Berikut merupakan konfigurasi pin daya dari mikrokontroler Arduino UNO R3:

- a. Pin Vin, yaitu *port input* arduino yang digunakan untuk mensuplai daya ke *board* arduino. Biasanya menggunakan sumber eksternal seperti baterai atau *power supply AC to DC*. Selain itu melalui Vin arduino juga dapat disuplai melalui DC *power jack* dan USB *connector* arduino.
- b. Pin 5V, yaitu pin output sumber tegangan 5V yang merupakan keluaran dari regulator pada *board* arduino yang dapat digunakan sebagai sumber tegangan komponen lain seperti sensor dan aktuator.
- c. Pin 3.3V, yaitu pin yang prinsip dan kegunaannya sama dengan pin 5V akan tetapi tegangan yang dikeluarkan adalah 3.3V yang bisa digunakan untuk catu daya komponen kecil seperti lampu LED.
- d. Pin GND, yaitu pin *ground* dari *board* arduino.
- e. Pin *input* dan *output* arduino dioperasikan menggunakan *command pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Fungsi tersebut beroperasi pada tegangan 5V dan setiap pin mampu dialiri arus maksimal 40mA serta memiliki resistor *pull-up* sebesar 20-50Kohm.

2. Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor ZMPT101B merupakan sensor yang digunakan untuk membaca tegangan arus AC. Sensor ini terdiri dari trafo *step down* yang diumpamakan pada rangkaian op-amp sebagai pembanding yang kemudian akan menghasilkan pembacaan nilai sinyal analog. Sensor ZMPT101B terdiri atas *ultra micro voltage transformer* merupakan sensor tegangan yang berukuran kecil, memiliki akurasi tinggi dan konsistensi pengukuran yang baik.



Gambar 8. Sensor Tegangan ZMPT101B

Sumber: www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-sensor-tegangan-220v-zmpt101b/

Berikut merupakan fungsi dari penggunaan sensor ZMPT101B dalam sistem energi listrik AC adalah:

- a. Sensor tegangan AC untuk mendeteksi *upper* dan *under voltage*
- b. *Ground fault detection*
- c. Pengukuran besaran listrik seperti voltmeter
- d. Perangkat *analog to digital circuit*.

Tegangan yang dapat diukur oleh sensor ZMPT101B yaitu mencapai 250VAC. Spesifikasi lengkap dari sensor ZMPT101B dapat dilihat pada tabel 4 (Abubakar,2017).

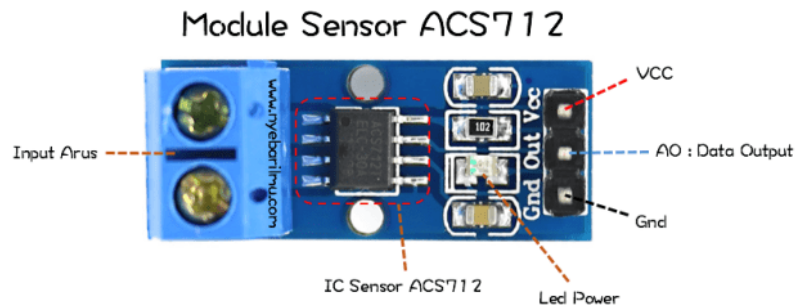
Tabel 4. Spesifikasi ZMPT101B

Arus Primer	2mA
Arus Sekunder	2mA
Rasio Balik	1000:1000
Error Sudut Fasa	$\leq 20^\circ$ (50Q)
Jarak Arus	0-3mA
Linearitas	0.1%
Tingkat Akurasi	0.2%
Nilai Beban	$\leq 200Q$
Frekuensi	50-60Hz
Level Dielektrik	3000VAC
Resistansi DC 20°C	110Q

Sumber: *Data Sheet* Sensor ZMPT101B

3. Sensor Arus ACS712

Sensor arus yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah sensor arus ACS712 (*Allegro Current Sensor*). ACS712 berfungsi untuk mendeteksi besaran arus yang mengalir melewati blok terminal. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek-hall (*hall effect*) yang linier, *low offset* dan presisi dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Sensor arus ACS712 biasanya digunakan untuk mendeteksi beban listrik dan proteksi beban lebih. Pemasangan sensor arus ACS712 yaitu dilakukan secara seri melalui kabel/kawat yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik dari sumber ke beban. Sistem kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated hall IC* dan diubah tegangan proporsional (Allegro MicroSystems, 2012:1). Adanya perubahan medan magnet secara terus menerus menimbulkan adanya pulsa yang kemudian dapat diambil frekuensinya. Sensor ACS712 mengeluarkan tegangan 2.5V jika tidak ada arus. Berikut merupakan bentuk fisik dari sensor ACS712 yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Sensor Arus ACS712

Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-sensor-arus/>

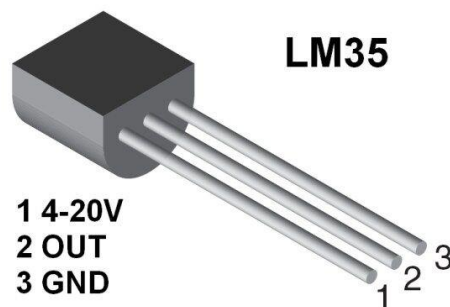
ACS712 memiliki fungsi transfer berupa korelasi antara nilai besaran fisis yang terukur oleh sensor terhadap nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) yang akan dibaca oleh mikrokontroler Atmega16. Kemudian nilai ADC yang terukur akan dikonversikan menjadi nilai arus dengan menggunakan rumus perbandingan antara nilai arus sebenarnya dengan nilai ADC yang dikeluarkan oleh ACS712.

4. Sensor Suhu LM35

Sensor suhu adalah alat yang digunakan untuk merubah besaran panas menjadi besaran listrik yang dapat dengan mudah dianalisis besarnya. Terdapat beberapa jenis sensor suhu salah satunya adalah sensor suhu LM35 yang merupakan sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear berpadanan dengan perubahan suhu. Sensor LM35 berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10mV . Secara sistematis, konversi antara tegangan dan suhu dari sensor LM35 adalah:

$$V_{\text{out}} = \text{Suhu} \times 10\text{mV}$$

Sensor suhu LM35 tidak memerlukan kalibrasi atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai kurang lebih seperempat derajat celcius pada catu daya simetris. IC LM35 dapat dialiri arus 60mA dari suplay sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0°C didalam suhu ruangan (M Nur:2013).



Gambar 10. Sensor Suhu LM35

Sumber: <https://www.instructables.com/id/LM35-Temperature-Sensor/>

Sensor LM35 memiliki 3 kaki, yaitu kaki nomor 1 berfungsi sebagai masukan tegangan positif (V+), kaki nomor 3 sebagai ground (V-), dan kaki tengah dengan nomor 2 pada gambar yang berfungsi sebagai output (Vout). Karakteristik dari sensor LM35 diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Telah terkalibrasi dalam satuan derajat celcius
- b. Memiliki linearitas $+10\text{mV}/^\circ\text{C}$
- c. Dapat beroperasi sebagai detektor suhu pada rentang -55°C sampai $+150^\circ\text{C}$
- d. Akurasi ketepatan pembacaan sensor $\pm 1/4^\circ\text{C}$ pada suhu ruang dan $\pm 3/4^\circ\text{C}$
- e. Beroperasi pada tegangan 4v sampai 30V
- f. *Self-heating* yang rendah yaitu $0,1^\circ\text{C}$
- g. Penggunaan arus yang rendah, yaitu kurang dari $60\mu\text{A}$

5. Modul Wifi NodeMCU

NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul *platform Internet of Things*. NodeMCU merupakan jenis ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsional modul ini hampir menyerupai dengan *platform* modul arduinom tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “*Connected to Internet*”. Pada proyek akhir ini NodeMCU yang digunakan adalah versi 1.0 yang merupakan pengembangan dari versi 0.9. Pada versi 1.0 ini ESP8266 yang digunakan yaitu tipe ESP-12E yang dianggap lebih stabil daripada ESP-12. Selain itu ukuran *board* modul yang diperkecil sehingga *compatible* digunakan untuk membuat prototipe proyek di *breadboard*.



Gambar 11. NodeMCU Versi 1.0

Sumber: <https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/>

NodeMCU bersifat *opensource* yang terdiri dari perangkat keras berupa *system on chip* ESP8266 dari buatan Espressif System, juga *firmware* yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua. Istilah NodeMCU secara *default* sebenarnya mengacu kepada *firmware* yang digunakan daripada perangkat keras *development* kit. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman Lua yang merupakan package dari ESP8266. Bahasa Lua memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan bahasa C, hanya saja perbedaan terletak pada

syntax. Jika menggunakan bahasa Lua maka dapat menggunakan *tool Lua Loader* maupun *Lua Uploader*. Selain dengan bahasa Lua NodeMCU juga *support* dengan *software* Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan pada *board manager* agar Arduino IDE dapat mengakses NodeMCU. Spesifikasi lengkap dari NodeMCU dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi NodeMCU

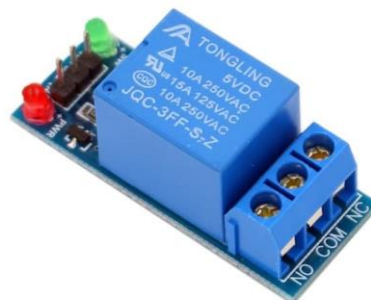
Spesifikasi	NodeMCU 01
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran <i>board</i>	57mm x 30mm
Tegangan input	3,3 – 5VDC
GPIO	13 pin
Kanal PWM	10 kanal
10 bit ADC pin	1 pin
<i>Flash Memory</i>	4MB
<i>Clock speed</i>	40/26/24 MHz
Wifi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2,4 GHz – 22,5 GHz
<i>USB port</i>	<i>Micro USB</i>
<i>Card reader</i>	Tidak ada
<i>USB to Serial Converter</i>	CH340G

6. *Relay*

Relay merupakan komponen elektronik yang berfungsi seperti saklar. Namun, yang membedakan *relay* dengan saklar adalah pada metode pengaktifannya. Saklar untuk memutus atau menyambung arus dengan cara menekan saklar tersebut secara mekanik, sedangkan *relay* untuk memutus atau menyambung arus melalui *coil* secara elektromagnetik. *Coil* adalah solenoid yang berfungsi sebagai saklar elektronik. *Coil* diaktifkan dengan cara memberi tegangan pada kedua ujungnya, baik dengan tegangan AC maupun tegangan DC, tergantung dari jenis masing-

masing *relay* dan begiitu juga dengan besarnya tegangan yang dibutuhkan. Pada *relay* juga terdapat istilah *normally closed* (NC) dan *normally closed* (NO). NC artinya pada saat kondisi normal (tidak bertegangan) kondisi *relay* pada kondisi tertutup sehingga arus bisa mengalir. NO artinya ketika kondisi normal (tidak bertegangan) kondisi *relay* membuka sehingga arus tidak bisa mengalirkan arus listrik.

Relay yang digunakan pada proyek akhir ini adalah SPDT atau *single pole double throw* dengan arus dan tegangan maksimal 10A/250VAC. *Relay* bekerja dengan tegangan suplai 5-7,5VDC.



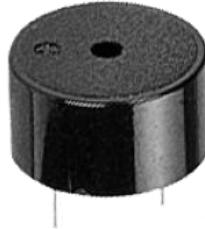
Gambar 12. *Relay*

Sumber: <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/control-high-voltage-devices-arduino-relay-tutorial/>

7. *Buzzer*

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronika yang termasuk dalam keluarga transduser dan berfungsi untuk merubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Nama lain dari *buzzer* adalah *beeper*. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*. *Buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada

diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.



Gambar 13. *Buzzer*

Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-buzzer/>

Dalam kehidupan sehari-hari *buzzer* biasanya digunakan sebagai indikator suatu proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm peringatan bahaya). *Buzzer* adalah perangkat elektronika yang terbuat dari elemen *piezoceramics* pada suatu diafragma yang mengubah getaran menjadi gelombang suara. *Buzzer* menggunakan resonansi untuk memperkuat intensitas suara.

Buzzer dipasaran terdapat 2 jenis, yaitu *passive buzzer* dan *active buzzer*. *Passive Buzzer* merupakan jenis *buzzer* yang tidak mempunyai suara sendiri, sehingga cocok untuk dipasangkan dengan arduino yang dapat diprogram tinggi rendahnya nada. Sedangkan *active buzzer* yaitu yang dapat berdiri sendiri atau singkatnya sudah mempunyai suara tersendiri ketika diberikan catu daya.

8. *Liquid Crystal Display*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampiran *seven segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. LCD berfungsi untuk menampilkan suatu data, baik itu karakter, huruf maupun grafik. LCD

merupakan salah satu *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *Logic* yang bekerja dengan memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dan *back-lit*. Penggunaan LCD banyak sekali dijumpai dalam pembuatan sistem yang menggunakan mikrokontroler. LCD dapat berfungsi sebagai *Human Machine Interface* (HMI) yang digunakan untuk menampilkan data hasil komunikasi antara manusia dengan mesin. LCD yang digunakan pada Proyek Akhir ini adalah LCD Dot-Matrix HD44780 20x4 yang artinya LCD tersebut salah satu jenis LCD dot-matrik yang memiliki 4 baris dan 20 kolom. Berikut bentuk fisik LCD 20x4 yang dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 14. LCD Dot-Matrix HD44780 20x4

Sumber: <https://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-crystal-display-dot-matrix-hd44780/>

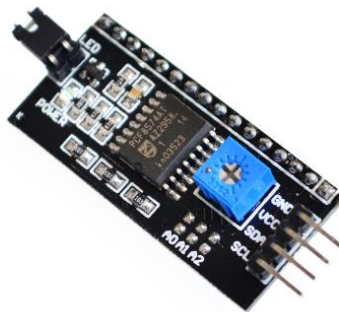
Berikut merupakan konfigurasi dan deskripsi dari semua pin yang terdapat pada LCD 20x4 antara lain:

- a. Pin 1 (Vss) merupakan jalur *power supply* ground (GND)
- b. Pin 2 (Vcc) merupakan jalur *power supply* positif (+5V)
- c. Pin 3 (Vee) merupakan kontrol kontras LCD
- d. Pin 4 (Rs) merupakan jalur instruksi pemilihan data atau perintah
- e. Pin 5 (R/W) merupakan jalur instruksi *read/write* pada LCD
- f. Pin 6 (E) merupakan jalur kontrol *enable* LCD

- g. Pin 7 – pin 14 (DB0 – DB7) merupakan jalur data kontrol dan data karakter untuk LCD.

9. *Inter Integrated Circuit*

Inter Integrated Circuit atau sering disebut dengan I2C merupakan standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Secara sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Perangkat yang dihubungkan dengan I2C dapat dioperasikan sebagai *Master* atau *Slave*. *Master* adalah perangkat yang memulai transfer data dengan membentuk sinyal *start*, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. Sedangkan *Slave* adalah perangkat yang dialamati oleh *Master*.



Gambar 15. *Inter Integrated Circuit*
Sumber: <https://www.tutorialspoint.com>

10. Website

Secara Terminologi website adalah kumpulan dari beberapa halaman situs yang biasanya terangkum dalam sebuah domain atau subdomain, atau lebih tepatnya yaitu berada didalam *World Wide Web* (WWW) yang terdiri dari seluruh situs web yang tersedia kepada publik. Halaman-halaman sebuah situs web (*web*

page) diakses dari sebuah URL yang menjadi akar (*root*) yang disebut *homepage* (Halaman beranda), URL ini mengatur *web page* untuk menjadi sebuah hirarki, meskipun *hyperlink-hyperlink* yang ada pada halaman tersebut mengatur para pembaca dan memberitahu mereka susunan keseluruhan dan bagaimana alir informasi ini berjalan.



Gambar 16. Halaman Depan 000webhost.com
Sumber: www.000webhost.com

Sebuah *web page* adalah dokumen yang ditulis dalam format HTML (*Hyper Text Markup Language*), yang hampir selalu bisa diakses melalui HTTP, yaitu protocol yang menyampaikan informasi dari *server website* untuk ditampilkan kepada para *user* melalui *web browser*. Semua publikasi dari website tersebut dapat membentuk sebuah jaringan informasi yang sangat besar. *Web page* seperti sebuah buku yang menampung berbagai informasi mengenai banyak hal baik bersifat komersil maupun non komersil. Melalui media web tersebut seseorang dapat memberikan informasi tertentu kepada oranglain yang berada di seluruh dunia.

Agar sebuah *website* dapat diakses melalui internet, maka diperlukan sebuah domain dan hosting. Hosting merupakan suatu *space* atau tempat di internet yang kita gunakan untuk menyimpan data-data situs seperti situs perusahaan, situs

pribadi, situs blog dan lain-lain. Setiap situs yang ingin kita bagikan secara online sehingga banyak orang dapat mengaksesnya harus disimpan pada suatu host. Sedangkan domain yaitu nama dari sebuah *website* dan berfungsi sebagai alamat untuk sebuah web.

Pada pembuatan proyek akhir ini penulis menggunakan hosting 000webhost.com. Hosting tersebut merupakan industri yang menyediakan layanan web hosting kelas atas secara gratis dan tanpa iklan, tidak terdapat biaya tersembunyi serta tidak ada persyaratan yang merugikan pengguna. Alamat www.000webhost.com merupakan pemimpin layanan hosting gratis dengan ratusan ribu pelanggan.

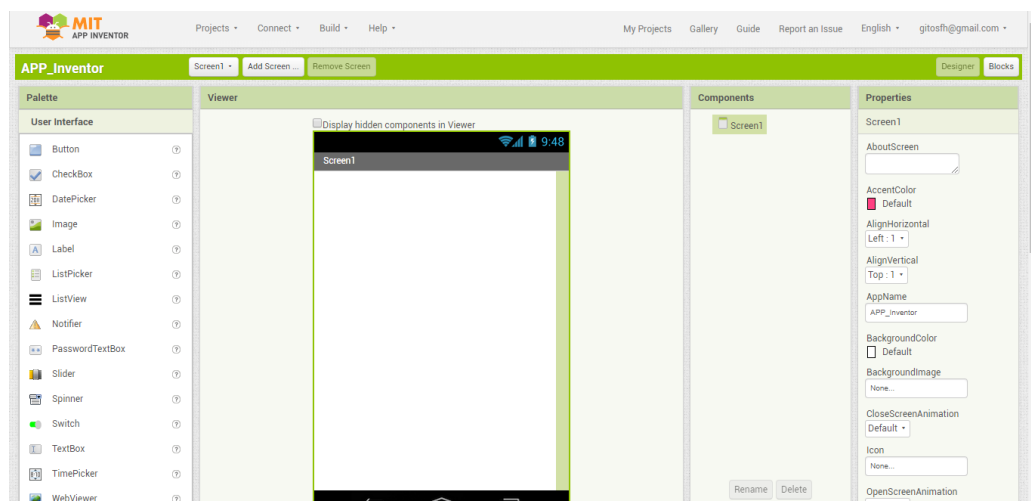
Hosting www.webhost.com menawarkan fitur yang sangat fantastis bila dibandingkan dengan hosting berbayar. Setelah melakukan login, pelanggan akan mendapatkan 1,5GB *disk space*, 100GB *Bandwith*, 2 MySQL Database, PHP, *custom panel*, *fantastic* dan *uptime 99%*. Pelayanan ini sudah lebih dari cukup untuk personal blog dan kalau dikonversikan ke layanan hosting berbayar maka harganya dapat mencapai sekitar Rp. 500.000/pertahun.

11. MIT APP Inventor

APP Inventor adalah aplikasi yang pada dasarnya disediakan oleh Google dan sekarang sedang di *Maintenance* oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). APP Inventor memungkinkan semua orang untuk membuat *software* aplikasi untuk sistem operasi Android. Pengguna dapat menggunakan tampilan grafis GUI (*Graphical User Interface*) dan fitur *drag* dan *drop visual object* untuk membuat sebuah aplikasi dapat berjalan pada sistem operasi Android (Andi, 2013:2).

App Inventor adalah sebuah pemrograman visual yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi berbasis android dengan dukungan fitur berupa *drag-drop tool*. Pengguna dapat mendesain *user interface* dari sebuah aplikasi dengan menggunakan *web GUI Builder*, kemudian menspesifikasikan behavior aplikasi dengan memasang blok yang sesuai seperti pada permainan *puzzle*.

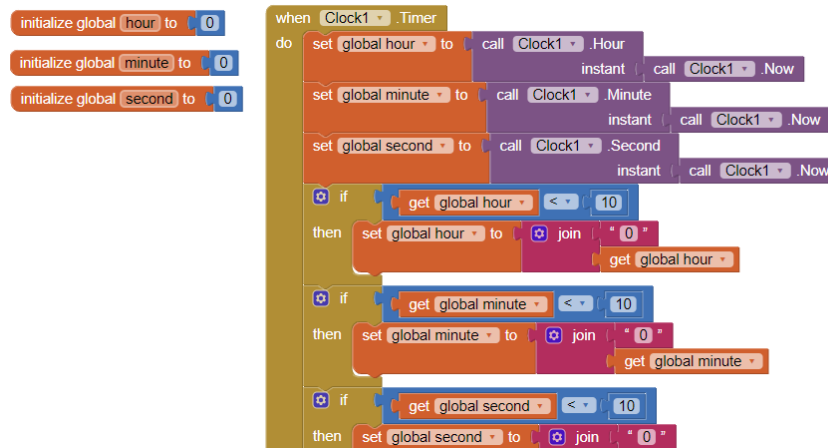
Berbagai macam aplikasi dapat dibuat menggunakan MIT App Inventor, diantaranya yaitu aplikasi *games*, aplikasi untuk edukasi, aplikasi berbasis *tracking* lokasi, aplikasi SMS, aplikasi kompleks, aplikasi berbasis web, dan lain sebagainya. Dalam pembuatan aplikasi tersebut, dibutuhkan imajinasi yang luas guna didapatkan desain aplikasi yang menarik dan menyenangkan.



Gambar 17. Halaman Awal MIT APP Inventor
Sumber: <http://appinventor.mit.edu/explore/>

Gambar di atas menunjukkan halaman awal ketika pengguna sudah login akun untuk memulai membuat desain proyek yang ingin dibuat menggunakan MIT APP Inventor. Pada pojok kanan atas terdapat pilihan berupa *designer* untuk mendesain kerangka tampilan yang akan dibuat pada aplikasi *smartphone* dan

blocks untuk memasang blok sesuai dengan fungsinya. Berikut merupakan contoh desain *block* pada MIT APP Inventor:



Gambar 18. Contoh Desain Blok MIT APP Inventor
Sumber: <http://appinventor.mit.edu/>

Desain blok yang ditunjukkan pada gambar yaitu untuk mengakses waktu dan tanggal pada saat membuka aplikasi yang dibuat. Dimana warna yang terdapat pada blok memiliki berbagai macam fungsi yang diantaranya adalah sebagai berikut:

- a) Jingga tua = *Control*
- b) Hijau muda = *Logic*
- c) Biru = *Math*
- d) Merah muda = *Text*
- e) Biru muda = *List*
- f) Abu-abu = *Colors*
- g) Jingga = *Variables*
- h) Ungu = *Procedures*