
BAB II

DASAR TEORI

2.1 Teknologi *Base Transceiver Station* (BTS)

Base Transceiver Station (BTS) merupakan *transceiver* yang mendefinisikan sebuah sel dan menangani hubungan *link radio* dengan MS. BTS terdiri dari perangkat pemancar dan penerima, seperti antenna dan pemrosesan sinyal untuk sebuah *interface*. BTS berkomunikasi dengan MS melalui *Um interface*. Di dalam BTS terdapat komponen yang sangat penting yaitu *Radio Base Station*. *Radio Base Station* (RBS) mempunyai beberapa model sesuai aplikasi yang diinginkan dimana untuk frekuensi 800 MHz biasa dipakai untuk selular dan 1900 MHz digunakan untuk PCS (*Personal Communication System*). Salah satu teknologi dari alat telekomunikasi yang digunakan adalah *Base Transceiver Station* (BTS) Huawei airbridge 3606. Pada *Base Transceiver Station* Huawei Airbridge 3606 merupakan BTS yang bekerja pada jaringan CDMA (*Code Division Multiple Access*) merupakan bagian dari *Base Station Subsystem* (BSS) yang bertanggung jawab pada transmisi radio^[1].

Pada dasarnya Seluruh bagian dari telekomunikasi tentu membutuhkan catu daya untuk dapat beroperasi. Setiap peralatan teknologi telekomunikasi yang kita ketahui menggunakan catu daya sebagai penyuplai tegangan. Catu daya merupakan bagian utama dan sangat penting pada setiap peralatan-peralatan elektronik pada sistem telekomunikasi. Setiap bagian dari peralatan *base station* menggunakan daya listrik. Penting untuk menambahkan semua angka konsumsi daya dan membangun sebuah *power supply* yang cukup. Pelanggan telepon nirkabel selalu berharap *base station* harus selalu bekerja, bahkan ketika daya listrik tidak bekerja. Apalagi sekarang sering terjadinya pemadaman listrik. Penyedia layanan harus menyediakan daya cadangan pada sebuah *base station*. Pada awal AMPS, memiliki rak baterai besar yang akan menjalankan *base station* selama berjam-jam jika terjadi suatu kegagalan daya.

Pada teknologi telekomunikasi selular *Base Transceiver Station* (BTS) merupakan perangkat keras yang membutuhkan catu daya untuk mensupply tegangan. Dalam hal ini hampir semua BTS terdapat sumber tenaga cadangan (*back*

up) yaitu : baterai, *generator set*, *solar cell* yang semuanya merupakan sumber tegangan DC. Baterai berfungsi untuk menjaga BTS tetap beroperasi apabila BTS tersebut kehilangan sumber energi yang disuplai oleh PLN.

2.2 Catu Daya

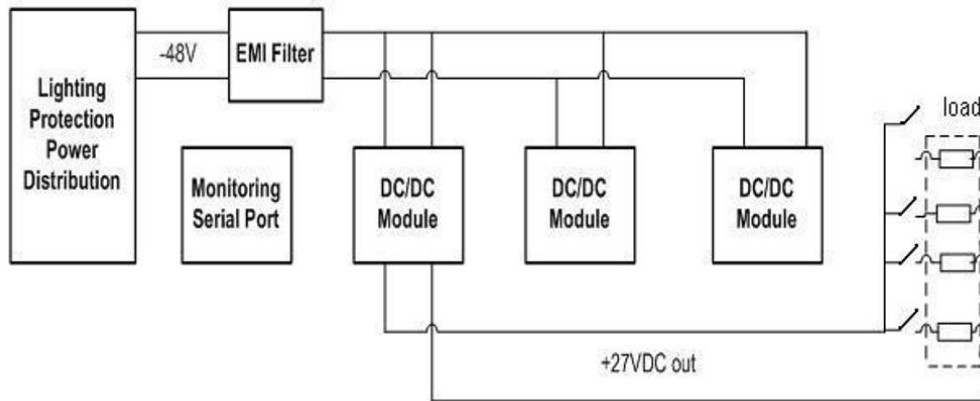
Istilah catu daya merupakan terjemah dari *power supply*. Dimaksudkan untuk memberikan catuan listrik kepada perangkat (*equipment*) telekomunikasi. Catu daya merupakan salah satu sub-sistem dalam sistem telekomunikasi yang memegang peranan teramat penting dan mutlak harus ada, karena setiap perangkat telekomunikasi terutama perangkat yang menggunakan komponen elektronik amat memerlukan catuan listrik. Sebagai “jantung” bagi bekerjanya perangkat telekomunikasi, bila macet (terputus), akan mengakibatkan semua komponen perangkat tidak akan dapat beroperasi. Setiap perangkat telekomunikasi seperti terminal, sentral telepon, sarana transmisi *transmitter* (pemancar), *receiver* (penerima), dan sebagainya memerlukan catu daya. Dengan demikian, sub-sistem catu daya ini haruslah selalu dipelihara, dirawat secermat mungkin, agar pelayanan jasa telekomunikasi yang diberikan kepada masyarakat tidak macet^[2].

2.3 *Power Supply Subsystem* pada BTS Airbridge Huawei 3606

Power supply subsystem adalah merupakan alat yang berfungsi sebagai penyalur arus listrik yang dibutuhkan oleh BTS. Arus listrik DC pada BTS ini diperoleh dari arus listrik AC yang di ubah menjadi DC oleh sebuah *rectifier*, dalam setiap *site* CDMA biasanya selalu ada sebuah *rectifier* yang juga berisi beberapa buah baterai yang berfungsi sebagai cadangan arus listrik jika sumber listrik utama mati. *Subsystem* ini men-support *power input* sebesar -48 volt DC atau $+24$ volt DC sebelum mendistribusikannya ke modul-modul di dalam *subrack*. Jika *power input* $+24$ volt DC, akan langsung di suplai ke modul.

Pada perancangan alat sistem pendeteksi *drop* tegangan disini mengambil dari *output mode input* -48 volt sebagai *range* yang digunakan pada *subsystem* ini. Dan sebagai indikasi kondisi tegangan akan disesuaikan dengan spesifikasi pada *power*

supply subsystem pada BTS *Huawei Airbridge 3606*. Gambar 2.1 merupakan penjelasan *power supply subsystem* pada BTS^[3].



Gambar 2.1 *power supply subsystem* BTS^[3]

Berdasarkan gambar 2.1 pada mode *input* ini, EMI filter akan menyaring *input* daya VDC yang kemudian mengirimkan pada kabel ke bagian atas kabinet. Ketika melakukan proses penyaklaran *frekuensi* tinggi pada *boost converter* akan timbul harmonisa *frekuensi* tinggi pada arus *input*. Sehingga perlunya untuk meminimalkannya dengan memasang EMI filter pada sisi *input*. Mode power *input* -48 VDC, pada mode *input power supply unit* DC/DC tegangan -48v akan dikonversi pada tegangan +27 VDC. Dimana ketika *input* -48 VDC di gunakan, yang selanjutnya *input power* -48 VDC akan di proses sebagai berikut^[3]:

1. EMI filter menyaring *input power* -48 VDC dan selanjutnya mengirim ke kabel terminal pada bagian atas kabinet. Dan kemudian ke *input* busbar daya *backplane* di subrack daya sekunder.
2. *Power supply* unit mengubah/mengkonversi *input power* -48 VDC ke +27 VDC dan *output* daya ke busbar yang kemudian mengirimkan ke *backplane* daya *subrack* dan kemudian disalurkan pada *direct current switch box* (BDCs).
3. Kabel tembaga pada BDCs akan mendistribusikan daya +27 VDC ke berbagai *unit* yang terhubung ke terminal *output* dari blok terminal.

Untuk memastikan bahwa *power supply* bekerja normal, sementara PSU DC/DC yang lain gagal karena kerja berlebihan, pengaman kerja berlebihan pada

BDCs mengatur konsumsi daya pada pemakaian *power unit*. Ada beberapa indikator *alarm* perlindungan lampu dan -48 VDC indikator alarm *power* pada BDCs.

Table 2.1. spesifikasi teknik dari *power supply* unit DC/DC^[3]:

No	Spesifikasi Teknik	Nilai
1.	<i>Input voltage</i>	-40 VDC to -60 VDC
2.	<i>Input under-voltage current limiting protection point</i>	-36.1±0.5VDC
3.	<i>Input under-under voltage recovery point</i>	-38±VDC
4.	<i>Output voltage</i>	+27±0.5VDC
5.	<i>Output voltage range</i>	+25 VDC to +29 VDC
6.	<i>Output over-voltage protection point</i>	+30.5±0.5 VDC
7.	<i>DC output rated current</i>	65 A
8.	<i>Output current-limiting point</i>	68.5 A to 71.5 A
9.	<i>Rated power</i>	1800 W
10.	<i>Power efficiency</i>	>85% (in full load)

Gangguan pada sekitar lingkungan pada BTS Huawei Airbridge 3606

Keadaan lingkungan pada BTS sangat berpengaruh terhadap modul-modul didalamnya. Di dalam *shelter* BTS ditempatkan alat semacam *sensor* untuk memantau keadaan lingkungan, apakah dalam keadaan yang sesuai dengan ambang batas yang diizinkan atau tidak. Parameter penting yang dipantau yaitu temperatur ruangan, tingkat kelembaban, adanya genangan air dan juga apakah ruangan tersebut tertutup dengan sempurna atau tidak. Apabila terdapat keadaan yang tidak sesuai, maka *sensor* akan menangkapnya dan kemudian mengirimkan laporan ke *server* serta akan memunculkan alarm sehingga dapat ditangani lebih lanjut oleh para teknisi. Alarm-alarm yang dikirimkan diantaranya^[1]:

1. *Humidity alarm of equipment too high*
2. *Acces control alarm of equipment room*
3. *Temperature alarm of equipment too high*
4. *Water logging alarm of equipment room*

Jika *alarm* ini sering muncul maka cara mengatasinya yaitu dengan men-setting ulang ambang batas alarm atau memperbaiki secara langsung. Adapun gangguan selain lingkungan pada BTS adalah *Low Voltage input*, hal ini dikarenakan kurangnya asupan daya pada BTS ke dalam modul (*board*) pada BTS 3606. Sebab-sebab hal ini terjadi karena ^[1]:

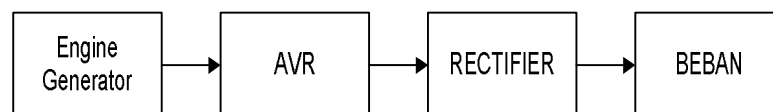
- Terjadinya gangguan penyaluran daya yang diberikan ke dalam BTS tidak stabil dari *rectifier*.
- Adanya pemadaman PLN sehingga daya yang diberikan berkurang tetapi BTS biasanya dicatu dengan DC *supply* (-48 V), yang dihasilkan oleh *rectifier system* yang dilengkapi dengan *battery* yang akan *memback up* sistem bila PLN mati, biasanya *back up time* berkisar antara 2 - 4 jam.

2.4 Sumber listrik arus searah (DC) Catu Daya

Seperti diketahui bahwa pencatu komponen-komponen perangkat telekomunikasi yang diperlukan adalah listrik searah (DC). Jenis tegangan listrik inilah yang akan digunakan untuk mengoperasikan perangkat telekomunikasi, seperti *transistor*, *relay*, *switching* dan sebagainya. Oleh sebab itu sumber catuan listrik dari PLN yang mempunyai arus bolak balik itu harus terlebih dahulu diratakan (*rectified*) menjadi tegangan DC sebelum digunakan. Sebagai antisipasi apabila sumber catuan listrik PLN OFF digunakan baterai sebagai *backup* sumber catuan listrik selama PLN OFF^[2].

1) *Rectifier System*

Rectifier merupakan alat yang berfungsi untuk meratakan arus bolak balik yang bersumber dari PLN atau diesel/*Engine Generator*. Dengan demikian *rectifier* bukanlah merupakan sumber arus tetapi hanya merupakan alat yang memproses arus bolak balik menjadi arus searah. Gambar 2.2 menunjukkan contoh proses perolehan arus DC pada *rectifier system*.



Gambar 2.2. Proses perolehan arus DC^[2]

Beban yang dicatu *rectifier* disini adalah perangkat-perangkat telekomunikasi, seperti sentral, pemancar, dan penerima. *Automatic Voltage Regulator* (AVR) merupakan perangkat yang dapat mengatur tegangan listrik secara otomatis. Namun sistem catu daya seperti gambar diatas mempunyai banyak kekurangan. Karena bila terjadi gangguan pada perangkat catu daya tersebut, tentu akan mempengaruhi catuan listrik pada beban, sehingga akan terjadi kerusakan pada perangkat yang dicatu.

2) Baterai

Baterai disebut juga aki (*accu*), dalam sistem catu daya berfungsi sebagai penyimpan tenaga listrik, yang telah dibangkitkan oleh sumber arus listrik. Baterai digunakan dalam teknik telekomunikasi biasanya mempunyai kapasitas yang cukup besar. Hampir keseluruhan perangkat telekomunikasi menggunakan catuan listrik DC. Sesuai dengan kebutuhan, untuk mencatu sentral telepon otomatis umumnya memerlukan tegangan listrik 48 *Volt*. Suatu baterai merupakan gabungan dari sel yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik.

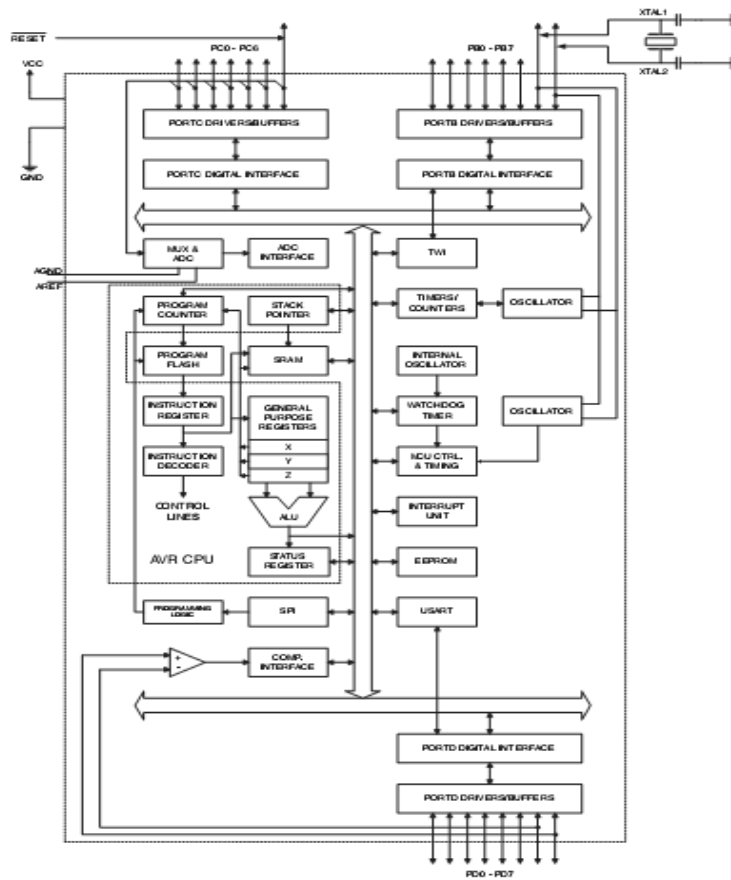
2.5 PERANGKAT KERAS

2.5.1 Mikrokontroler Atmega 8^[4]

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Mikrokontroler *Alf And Vegard's Risc Processor* (AVR) merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang didalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Mikrokontroler ATmega 8 ini diproduksi oleh *ATMEL*, *ATMEL* merupakan salah satu *vendor* dibagian bidang mikro elektronika yang telah mengembangkan seri AVR sekitar tahun 1997. Untuk sekarang

mikrokontroler jenis AVR merupakan prosesor paling banyak digunakan dalam membuat aplikasi sistem kendali bidang instrumentasi, dibandingkan dengan mikrokontroler keluarga MCS51 seperti AT 89C51/52^[4]. Secara teknis hanya ada 2 jenis mikrokontroler yaitu RISC dan CISC dan masing-masing mempunyai keluarga sendiri-sendiri. RISC singkatan dari *Reduced Instruction Set Computer* instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak. Sedangkan CISC merupakan singkatan dari *Complex Instruction Set Computer*, instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya.

Secara umum AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT8RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan hampir sama. Untuk gambar blok diagram fungsional ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Blok Diagram Fungsional ATmega 8^[4].

Dari gambar 2.3. blok diagram diatas dapat dilihat bahwa mikrokontroler ATmega 8 memiliki fitur-fitur dibawah ini :

- a. *High-performance, Low-power Atmel AVR 8-bit Microcontroller*
- b. *Advanced RISC Architecture*
 - 1) *130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution*
 - 2) *32 × 8 General Purpose Working Registers*
 - 3) *Fully Static Operation*
 - 4) *Up to 16MIPS Throughput at 16MHz*
 - 5) *On-chip 2-cycle Multiplier*
- c. *High Endurance Non-volatile Memory segments*
 - 1) *8Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory*
 - 2) *512Bytes EEPROM*
 - 3) *1Kbyte Internal SRAM*
 - 4) *Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM*
 - 5) *Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C*
 - 6) *Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits In-System Programming by On-chip Boot Program True Read-While-Write Operation*
 - 7) *Programming Lock for Software Security*
- d. *Peripheral Features*
 - 1) *Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode*
 - 2) *One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Captur Mode*
 - 3) *Real Time Counter with Separate Oscillator*
 - 4) *Three PWM Channels*
 - 5) *8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package Eight Channels 10-bit Accuracy*
 - 6) *6-channel ADC in PDIP package Six Channels 10-bit Accuracy*
 - 7) *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
 - 8) *Programmable Serial USART*
 - 9) *Master/Slave SPI Serial Interface*

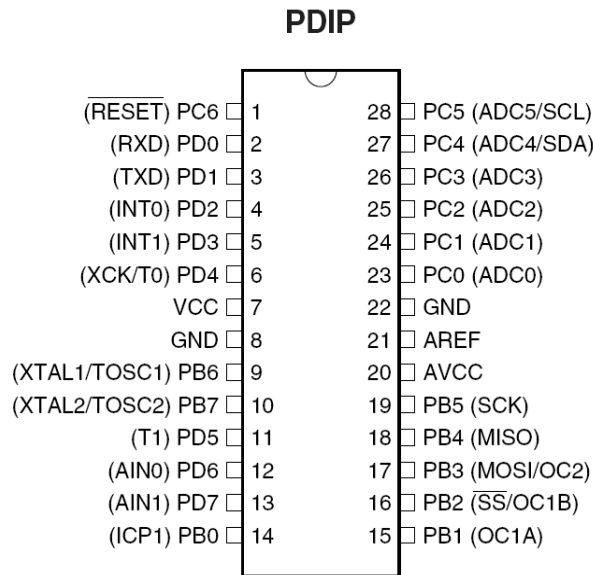
- 10) *Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator*
 - 11) *On-chip Analog Comparator*
- e. *Special Microcontroller Features*
- 1) *Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection*
 - 2) *Internal Calibrated RC Oscillator*
 - 3) *External and Internal Interrupt Sources*
 - 4) *Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby*
- f. *I/O and Packages*
- 1) *23 Programmable I/O Lines*
 - 2) *28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF*
- g. *Operating Voltages*
- 1) *2.7V - 5.5V (ATmega8L)*
 - 2) *4.5V - 5.5V (ATmega8)*
- h. *Speed Grades*
- 1) *0 - 8MHz (ATmega8L)*
 - 2) *0 - 16MHz (ATmega8)*

2.5.2 Konfigurasi pin ATMega 8^[4]

ATMega 8 memiliki 28 Pin, dengan masing-masing pin nya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai *port* maupun fungsi yang lainnya. Pada gambar 2.4. merupakan bentuk fisik dari ATMega 8.



Gambar 2.4. Bentuk fisik ATMega 8^[4].

Gambar 2.5. Konfigurasi pin ATmega 8^[4].

Gambar 2.5. merupakan gambar konfigurasi pin ATmega 8 yang memiliki 28 pin, dengan masing-masing pin nya memiliki fungsi yang berbeda-beda, berikut adalah penjelasannya :

- VCC merupakan *input* catu daya.
- GND Digunakan untuk dihubungkan ke *ground*.
- AREF Merupakan *referensi* bila menggunakan ADC.
- AVCC merupakan *suplay* tegangan ADC. Untuk pin ini dihubungkan terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Jika ADC digunakan sebaiknya AVcc disambung ke VCC melalui *low-pass filter*.
- Port B* (PB7-PB0)

Merupakan sebuah 8-bit (bi-directional) I/O dengan internal *pull-up* resistor, jumlah *port B* adalah 8 buah pin mulai dari pin B.0 sampai B.7. Tabel 2.2 menjelaskan fungsi khusus dari *port-port B*.

Tabel 2.2. Fungsi Khusus *Port B*

Pin	Fungsi
PB7	XTAL2 (Timer Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscilator pin 2)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock <i>input</i>) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)

Lanjutan (Tabel 2.2. Fungsi Khusus <i>Port B</i>)	
PB5	SCK (SPI Bus Master clock <i>Input</i>)
PB4	MISO (SPI Bus Master <i>Input/Slave Output</i>)
PB3	MOSI (SPI Bus Master <i>Output/Slave Input</i>) OC2 (Timer/Counter2 <i>Output Compare Match Output</i>)
PB2	SS (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 <i>Output Compare Match B Output</i>)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 <i>Output Compare Match A Output</i>)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 <i>Input Capture Pin</i>)

Didalam *port B* terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Khusus untuk PB6 yaitu XTAL1/TOSC1 dapat digunakan sebagai *input* Kristal (*inverting oscillator amplifier*) dan *input* ke rangkaian *clock* internal, bergantung pada pengaturan *fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Sedangkan untuk PB7 yaitu XTAL2/TOSC2 dapat digunakan sebagai *output* Kristal (*output oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan *fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber *clock*.

f. *Port C* (PC6-PB0)

Merupakan sebuah 7-bit (*bi-directional*) I/O dengan internal *pull-up* resistor, jumlah *port C* adalah 7 buah pin mulai dari pin C.0 sampai C.6. Sebagai *output C* memiliki karakteristik yang sama yaitu sebagai ADC .

Tabel 2.3. Fungsi Khusus *Port C*

Pin	Fungsi
PC6	RESET (Reset pin)TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
PC5	ADC5 (ADC <i>Input Channel 5</i>) SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)
PC4	ADC4 (ADC <i>Input Channel 4</i>) SDA (Two-wire Serial Bus Data <i>Input/Output Line</i>)
PC3	ADC3 (ADC <i>Input Channel 3</i>)
PC2	ADC2 (ADC <i>Input Channel 2</i>)
PC1	ADC1 (ADC <i>Input Channel 1</i>)
PC0	ADC0 (ADC <i>Input Channel 0</i>)

Sedangkan untuk PC6 beda dengan *port-port* C lainnya *port* PC6 ini digunakan sebagai RESET dengan logika *low* yang lebih lama dari minimum panjang atau *clock* tidak berjalan.

g. *Port* D (PD7-PD0)

Merupakan sebuah 8-bit (*bi-directional*) I/O dengan internal *pull-up* resistor, jumlah *port* D adalah 8 buah pin mulai dari pin D.0 sampai D.7. Pada *port* D ini hanya berfungsi sebagai *output* dan *input* saja.

Tabel 2.4. Fungsi Khusus *Port* D

Pin	Fungsi
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative <i>Input</i>)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive <i>Input</i>)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter <i>Input</i>)
PD4	XCK (USART External Clock <i>Input/Output</i>) T0 (Timer/Counter 0 External Counter <i>Input</i>)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 <i>Input</i>)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 <i>Input</i>)
PD1	TXD (USART <i>Output</i> Pin)
PD0	RXD (USART <i>Input</i> Pin)

2.5.3 Analog to Digital Converter (ADC)^[9]

Analog to Digital Converter (ADC) adalah piranti yang digunakan untuk mengubah atau mengkonversi sinyal analog menjadi data. AVR ATmega 8 telah dilengkapi modul ADC sehingga dapat secara langsung digunakan untuk membaca sinyal analog seperti keluaran sensor suhu LM35, atau potensiometer, tanpa harus menambahkan komponen ADC eksternal. Sinyal analog yang akan dikonversi menjadi data digital dapat dipilih berasal dari *channel* ADCn, VBG atau GND. AVR ATmega 8 model PDIP memiliki 6 channel ADC, ADC0-ADC5, masing-masing terletak pada pin 23-28. Sebagaimana komponen ADC pada umumnya, ADC dalam AVR juga membutuhkan tegangan referensi. Tegangan referensi ADC dapat berupa AVCC dan 2.56V. Berasal dari dalam

(*internal*) AVR, sedangkan tegangan referensi AREF berasal dari luar AVR yang diberikan dari pin AREF.

Sumber *clock* untuk ADC dibangkitkan dari *clock* AVR (F_{CPU}) yang dibagi dengan prescaler tertentu. Frekuensi *clock* yang disarankan oleh datasheet bernilai 50kHz-200kHz. Sebelum memulai proses konversi, ADC perlu diaktifkan, diberi tegangan referensi, diberi *clock*, ditentukan format hasil konversinya. Dipilih mode kerjanya (*single conversion* atau *free running*) dan dipilih channel mana yang akan dikonversi. Proses konversi ADC dapat dibaca setelah mengeset ADSC. Hasil konversi ADC dapat dibaca setelah proses konversi selesai yang ditandai dengan bit ADIF=1. Jika proses hasil konversinya rata kanan maka hasil konversinya 10 bit. Untuk ADC pada perancangan alat ini menggunakan ADC dengan 10 bit.

2.5.4 Regulator Arus Searah (*Direct Current*)

Rangkaian regulator ini dapat memberikan tegangan *output* simetris yang menghasilkan keluaran tegangan ± 36 V. *Power supply* sendiri merupakan kumpulan dari beberapa perangkat elektronika diantaranya ialah trafo, penyearah (*rectifier*), *filter* dan *regulator*. Rangkaian ini dibangun menggunakan IC regulator LM7818 dan LM7918, Sehingga pada *output* terdapat keluaran +18 V dan -18 V. Dimana tegangan yang diperoleh dari PLN 220 Volt di yang diubah menggunakan *trafo step down*, yang kemudian disearahkan oleh dioda *bridge*, yang kemudian distabilkan/*filter* menggunakan kapasitor.

2.5.5 Pengkondisi Sinyal

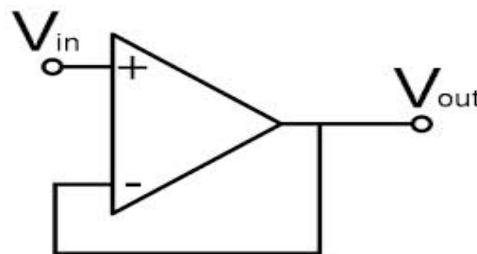
Pengkondisi sinyal adalah sistem elektronika yang bertugas mengkondisikan sinyal dari *sensor* agar sesuai dengan kebutuhan sinyal untuk mikrokontroler. Tegangan analog maksimal yang dapat diterima mikrokontroler adalah 5V. apabila tegangan yang diterima lebih dari 5V akan mengakibatkan mikrokontroler tidak berfungsi dengan baik atau bahkan mengakibatkan kerusakan. Sehingga agar mikrokontroler dapat bekerja dengan baik, maka sebaiknya tegangan *analog* dari *sensor*

disesuaikan dengan *range* tegangan yang diterima mikrokontroler yaitu berkisar antara 0-5V. Pengubah ADC ini mempunyai tegangan analog berkisar 0-5V, kemudian keluaran biner tersebut akan terbaca dalam bentuk biner 0000 0000 sampai 1111 1111.

Rangkaian pengkondisi sinyal digunakan untuk menyesuaikan suatu sinyal masukan supaya mendapatkan sinyal keluaran sesuai dengan yang diinginkan. Pada perancangan ini rangkaian pengkondisi sinyal ini terdiri dari beberapa rangkaian yaitu: Rangkaian *buffer*, Rangkaian pembagi tegangan, dan Rangkaian *Amplifier Differential*.

2.5.5.1 Rangkaian *Buffer*^[5]

Rangkaian *buffer* pada rangkaian pengkondisi sinyal disini berfungsi untuk menghindari *output* tegangan yang turun akibat faktor pembebanan dari perubahan tahanan dari potensiometer. Agar *output* tegangan dari sumber yang masuk ke rangkaian pengkondisi sinyal sesuai *output* dibutuhkan rangkaian pengikut tegangan (rangkaiannya *Buffer*). Gambar 2.6 merupakan rangkaian *buffer* dari operasional Amplifier.



Gambar 2.6 Rangkaian *Buffer*^[5]

Dengan menghubungkan jalur *input inverting* ke jalur *output* operasional amplifier (*op-amp*) maka rangkaian *buffer* yang ditunjukkan pada gambar 2.6 akan memberikan kemampuan mengalirkan secara maksimal sesuai kemampuan maksimal operasional amplifier (*op-amp*) mengalirkan arus *output*. Dengan metode hubung singkat jalur *input inverting* dan jalur *output* operasional amplifier (*op-amp*) maka diperoleh perhitungan matematis 2.1 :

$$V_{out} \approx V_{in} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dari persamaan diatas terlihat bahwa rangkaian operasional amplifier diatas tidak memiliki faktor penguatan tegangan. Karakteristik Op-Amp yang dipakai dalam rangkaian pada umumnya yaitu :

- Impedansi masukan

Idealnya masukan op amp adalah tak terhingga, namun dalam kenyataannya mencapai 1 M Ω atau lebih, beberapa op amp khusus ada yang memiliki impedansi masukan 100 M Ω , semakin tinggi impedansi masukan semakin baik penampilan op amp tersebut, pada frekuensi tinggi kapasitansi masukan op amp banyak berpengaruh lazimnya kapasitansi ini kurang dari 2 pF, bila sebuah terminal masukan op amp digroundkan.

- Impedansi keluaran

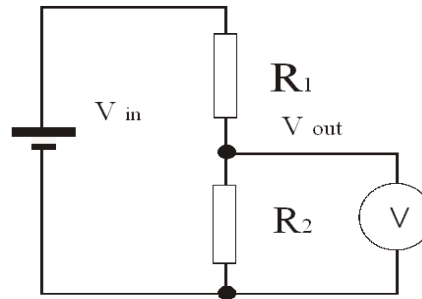
Idealnya, impedansi keluaran adalah nol. Kenyataannya, berbeda-beda untuk setiap op amp, impedansi keluaran bervariasi antara 25 sampai ribuan ohm. Untuk kebanyakan pemakaian, impedansi keluaran dianggap nol, sehingga op amp akan dianggap berfungsi sebagai sumber tegangan yang mampu memberikan arus dadi berbagai macam beban. Dengan impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang rendah op amp akan berperan sebagai piranti penyesuain impedansi.

Impedansi (Z) merupakan gabungan dari hasil reaksi hambatan dan kapasitas elektron. Impedansi merupakan perhitungan secara total dalam ohm dari seluruh rangkaian elektrik untuk sinyal langsung yang meliputi resistansi, reaktansi, kapasitansi, dan seluruh faktor mekanikal yang menimbulkan hambatan dari transfer energi dalam sistem elektrik tersebut.

2.5.5.2 Rangkaian Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan digunakan untuk mengkondisikan *ouput* tegangan yang berkisar 12 V dan 13 V.

Sementara rangkaian *amplifier differential* berfungsi untuk mengkonversi tegangan dengan *output* yang berkisar pada 0-5 V. gambar 2.7 merupakan gambar rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 2.7 Rangkaian Pembagi Tegangan

Berdasarkan gambar 2.7 rangkaian pembagi tegangan terdiri dari 2 buah resistor. Rangkaian ini berfungsi untuk mengkonversi tegangan dari sumber dengan keluaran yang diharapkan antara 12 volt dan 13 volt. Untuk mencari keluaran pembagi tegangan dapat dicari dari persamaan 2.2 :

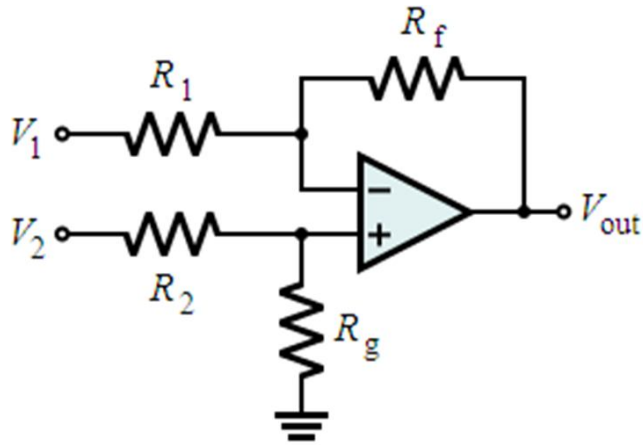
$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in} \dots \dots \dots (2.2)$$

V_{in} merupakan tegangan berasal dari keluaran rangkaian *buffer*. Keluaran pada rangkaian pembagi tegangan kemudian menuju rangkaian penguat *Amplifier Differential*.

2.5.5.3 Rangkaian *Amplifier Differential*

Operational Amplifier atau di singkat op-amp merupakan salah satu komponen analog yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi rangkaian elektronika. Aplikasi op-amp yang paling sering dipakai antara lain adalah rangkaian inverter, non-inverter, integrator dan differensiator. *Rangkaian Amplifier differential* akan menghasilkan tegangan *output* yang merupakan selisih dari masing-masing penguatan pada *input* terminal positif dan negatifnya dengan kata lain besar penguatan penguat *differential* merupakan selisih antara nilai penguatan penguat tidak membalik dengan penguat

membalik. Gambar 2.8. merupakan penjelasan rangkaian *Amplifier diferential*.



Gambar 2.8. *Amplifier Differential*^[5]

Dari gambar 2.8. *Amplifier Differential* rangkaian ini menunjukkan bahwa tegangan *output* diberikan oleh :

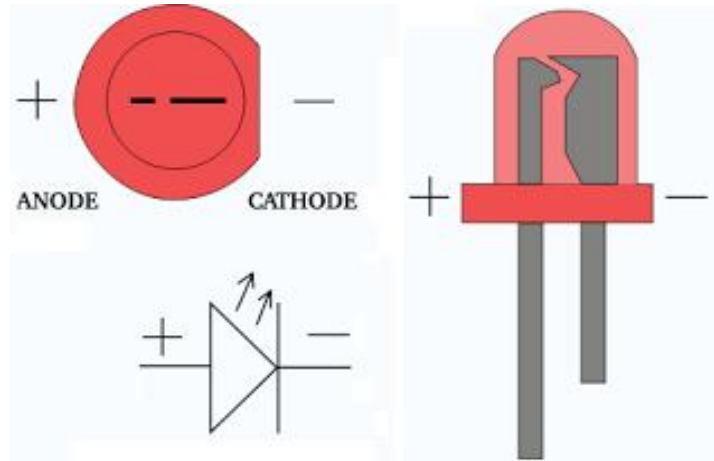
$$— \dots\dots\dots(2.3)$$

Rangkaian ini mempunyai gain atau atenuasi variabel yang diberikan oleh rasio R_2 dan R_1 dan merespon *differential* dalam *input* tegangan sebagaimana diperlukan. Resistor pada rangkaian *amplifier differential* diindikasikan mempunyai nilai yang sama secara hati-hati disesuaikan dengan tolakan yang pasti (*assure rejection*) dari tegangan bersama kedua *input*. Kerugian yang signifikan dari rangkaian ini adalah bahwa impedansi *input* pada masing-masing terminal *input* adalah tidak besar, menjadi $R_1 + R_2$ pada *input* V_2 dan R_1 pada *input* V_1 .

2.5.6 *Light emitting Diode (LED)*^[6]

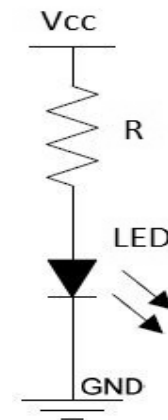
Light emitting Diode atau diode pemancar cahaya merupakan sebuah jenis dioda yang dapat memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan. Kegunaan dari LED sendiri digunakan sebagai lampu indikator. Untuk menyalakan led dibutuhkan tegangan sebesar 3 volt (normalitasnya) dengan

arus 10-150 mA. Led mempunyai kutub positif dan kutub negatif yang di sebut anoda dan katoda. Gambar 2.9. adalah Gambar symbol dan fisik LED.



Gambar 2.9. Gambar simbol dan fisik LED^[6].

Umumnya LED mempunyai penurunan tegangan dari 1,5 V sampai 2,5 V, sedangkan arusnya sendiri antara 10 dan 150 mA. Penurunan tegangan yang tepat tergantung dari arus LED, warna, kelonggaran, dan lain sebagainya. Gambar 2.9. memperlihatkan skematik rangkaian minimum LED. Panah-panah disebelah luar melambangkan cahaya yang dipancarkan.



Gambar 2.10. Skematik Rangkaian Minimum LED^[6].

Kecemerlangan LED tergantung dari arusnya. Untuk mengendalikan kecemerlangan terdapat dua cara, yaitu pertama dengan menjalankan LED dengan sumber arus. Selain menjalankan dengan sumber arus, cara yang

berikutnya yaitu tegangan catu yang besar dan resistansi seri yang besar. Dalam hal ini, arus LED diberikan oleh:

$$I = \frac{V_S - V_{LED}}{R_S} \dots \dots \dots (2.4)$$

Semakin besar tegangan sumber, maka semakin kecil pengaruh V_{LED} . Dengan kata lain V_S yang besar menghilangkan pengaruh perubahan pada tegangan LED.

Selain konsumsi listrik rendah, keunggulan dari LED itu sendiri antara lain tersedia dalam berbagai warna, murah dan umur panjang. Sehingga ini membuat LED digunakan secara luas sebagai lampu indikator pada peralatan elektronik. Namun LED punya kelemahan, yaitu intensitas cahaya (*Lumen*) yang dihasilkannya termasuk kecil. Kelemahan ini membatasi LED untuk digunakan sebagai lampu penerangan. Namun beberapa tahun belakangan LED mulai dilirik untuk keperluan penerangan, terutama untuk rumah-rumah di kawasan terpencil yang menggunakan listrik dari energi terbaru (surya, angin, *hidropower*, dan lain-lain). Alasannya sederhana, konsumsi listrik LED yang kecil sesuai dengan kemampuan sistem pembangkit energi terbarukan yang juga kecil.

2.5.7 *Liquid Crystal Display (LCD 2x16)*^[7]

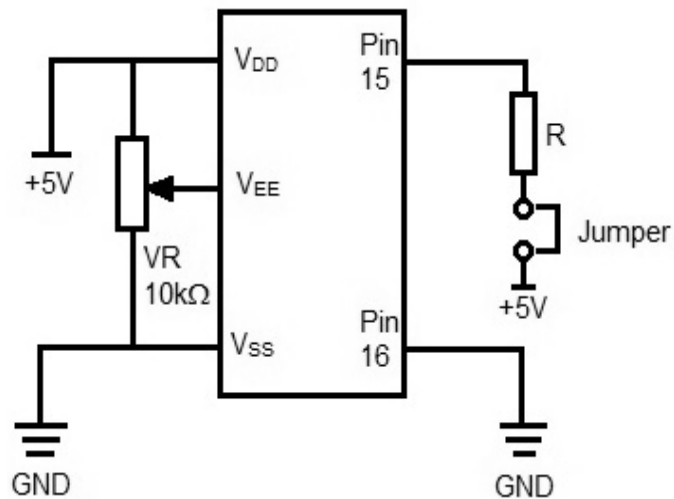
Modul LCD 2x16 merupakan suatu *display* yang digunakan untuk menampilkan suatu karakter yang diberikan oleh sistem, dalam hal ini sistem yang memberikan informasi adalah mikrokontroler. Untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, LCD berdasarkan panjang datanya mempunyai dua buah metode antarmuka, yaitu antarmuka 4 bit dan antarmuka 8 bit. Pada metode antarmuka 8 bit, data yang ditulis atau dibaca oleh mikrokontroler ke/dari LCD dilakukan dalam sekali proses.

Sedangkan untuk metode antarmuka 4 bit, penulisan atau pembacaan dilakukan sebanyak dua kali untuk 8 bit data. Antarmuka LCD 4 bit diatur pada mode penulisan data, dengan menghubungkan kaki R/W ke GND. Dengan metode 4 bit, penggunaan *port I/O* pada mikrokontroler dapat dikurangi sehingga *port* dapat digunakan untuk proses I/O yang lain. Gambar 2.11. menunjukkan gambar tampilan LCD 2x16.

Gambar 2.11. tampilan LCD 2x16^[7].

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, penggunaan LCD sangat mudah dalam proses pengoperasiannya. Untuk dapat mengoperasikan LCD hanya diperlukan daya yang sangat rendah. Selain itu untuk *contrast* dari LCD tersebut dapat diatur dengan hanya menambahkan komponen elektronika seperti resistor yang akan memberikan tegangan *contrast* pada LCD tersebut. Selain itu LCD juga telah dilengkapi dengan pengontrol yang sudah menyatu dengan LCD tersebut.

LCD memiliki 16 PIN konektor yang memiliki fungsi masing-masing. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, pengaturan kecerahan dari LCD dapat diatur dengan menggunakan resistor trimpot. Untuk konfigurasi antara LCD dan resistor trimpot biasa diatur oleh *Contrast voltage* (PIN VEE). Gambar 2.11. merupakan konfigurasi LCD *brightness* dan *contrast*.

Gambar 2.12. Konfigurasi LCD *Brightness* dan *Contrast*^[7].

Berdasarkan gambar 2.11. dapat dilihat bahwa nilai resistor yang dipergunakan adalah 10 k Ω , sedangkan tegangan berasal dari *power supply* hanya 5 V untuk dapat mengoperasikan LCD tersebut dan kaki lainnya diground-kan saja. *Contrast* yang dipasangkan pada LCD tidak berhubungan langsung ke mikrokontroler, hanya kaki-kaki LCD yang lain yang terhubung ke PIN mikrokontroler. Pengaturan *backlight* pada LCD akan diatur oleh pin 15 dan pin 16, dimana pin 15 merupakan tegangan *positif backlight* dan pin 16 sebagai tegangan *negative backlight* LCD.

Setting *contrast* dapat langsung dilakukan pada *hardware* karena *contrast* tidak dikelola oleh program yang dipergunakan untuk menjalankan prototipe ini. Sehingga jika tampilan pada LCD tidak terang maka dapat dilakukan *Setting contrast* sampai kepada kondisi yang diinginkan langsung pada *hardware*. Kondisi ini akan sangat mempermudah perancangan tampilan pada LCD menjadi redup.

2.5.8 Buzzer^[8]

Buzzer adalah perangkat elektronika yang terbuat dari elemen *piezoceramics* pada suatu diafragma yang mengubah getaran/vibrasi menjadi gelombang suara. *Buzzer* menggunakan resonansi untuk memperkuat intensitas suara. Oleh karena itu *buzzer* banyak digunakan sebagai alarm peringatan karena suara yang di keluarkannya sangatlah terdengar bising ditelinga. Untuk tegangan yang digunakan pada *buzzer* sebesar antara 5V sampai dengan 12V dan arus sebesar 25 mA. Gambar 2.13. adalah Contoh simbol dan Bentuk fisik *buzzer*.



Gambar 2.13. Contoh simbol dan Bentuk fisik *buzzer*^[8].

2.5.9 Catu Daya

Catu daya merupakan bagian terpenting pada sebuah rangkaian elektronika karena catu daya merupakan sumber energi dari sebuah rangkaian. Terdapat dua buah sumber tegangan yaitu DC (*Direct Current*) dan AC (*Alternating Current*). *Power supply* memperoleh sumber tegangan dari PLN sebesar 220 VAC yang kemudian diturunkan dengan menggunakan *trafo step down*. Tegangan VAC lalu disearahkan dengan menggunakan *diode bridge* sehingga menghasilkan tegangan DC keluaran dari *diode bridge* ini masuk ke dalam IC *regulator* yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan. IC *regulator* yang digunakan adalah 7805 yang menghasilkan keluaran sebesar +5 volt.

2.6 PERANGKAT LUNAK

2.6.1 Bahasa pemrograman C^[9]

Bahasa C merupakan hasil dari perkembangan bahasa sebelumnya oleh Dennis Ritchie sekitar tahun 1970-an di Bell Telephone Laboratories Inc. Bahasa C pertama digunakan di komputer Digital Equipment Corporation PDP-11 yang menggunakan sistem operasi UNIX. C adalah bahasa program yang ssandar, artinya suatu program yang ditulis dengan versi bahasa C tertentu akan dapat dikompilasi dengan versi bahasa C yang lain dengan sedikit modifikasi. Standar bahasa C yang asli adalah standar dari UNIX. Patokan dari standar UNIX ini diambil dari buku yang ditulis oleh Brian Kerninghan dan Dennis Ritchie berjudul “*The C Programming Language*”, diterbitkan oleh prentice hall tahun 1978. Deskripsi C dari kerninghan dan ritchie ini kemudian dikenal secara umum sebagai “K&R C”.

Kelebihan bahasa C :

1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer.
2. Kode bahasa C sifatnya adalah *portable* dan *fleksibel* untuk semua jenis computer.
3. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci. hanya terdapat 32 kata kunci.
4. Proses *executable* program bahasa C lebih cepat

5. Dukungan pustaka yang banyak.
6. C adalah bahasa yang terstruktur
7. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah penempatan ini hanya menegaskan bahwa c bukan bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin yang merupakan ciri bahasa tingkat rendah. Melainkan berorientasi pada obyek tetapi dapat diinterpretasikan oleh mesin dengan cepat. secepat bahasa mesin. inilah salah satu kelebihan c yaitu memiliki kemudahan dalam menyusun programnya semudah bahasa tingkat tinggi namun dalam mengesekusi program secepat bahasa tingkat rendah.

Kekurangan Bahasa C :

1. Banyaknya operator serta fleksibilitas penulisan program kadang-kadang membingungkan pemakai.
2. Bagi pemula pada umumnya akan kesulitan menggunakan *pointer*.

2.6.2 Struktur Program C^[9]

```
<preprosesor directive>
{
  <statement>;
  <statement>;
}
```

Ketikkanlah program sederhana berikut ini:

```
#include <stdio.h>

void main ()
{
  printf ("hello ^^");
}
```

Kemudian compile. Apa hasilnya?

Penjelasan:

1. *Header File*

adalah berkas yang berisi *prototype* fungsi, definisi konstanta, dan definisi variable. Fungsi adalah kumpulan code C yang diberi nama dan

ketika nama tersebut dipanggil maka kumpulan kode tersebut dijalankan.

Contoh :

stdio.h

math.h

conio.h

2. *Preprosesor Directive (#include)*

Preprosesor directive adalah bagian yang berisi pengikutsertaan file atau berkas-berkas fungsi maupun pendefinisian konstanta.

Contoh:

```
#include <stdio.h>
```

```
#include phi 3.14
```

3. *Void*

artinya fungsi yang mengikutinya tidak memiliki nilai kembalian (return).

4. *Main ()*

Fungsi *main ()* adalah fungsi yang pertama kali dijalankan ketika program dieksekusi. Tanpa fungsi main suatu program tidak dapat dieksekusi namun dapat dikompilasi.

5. *Statement*

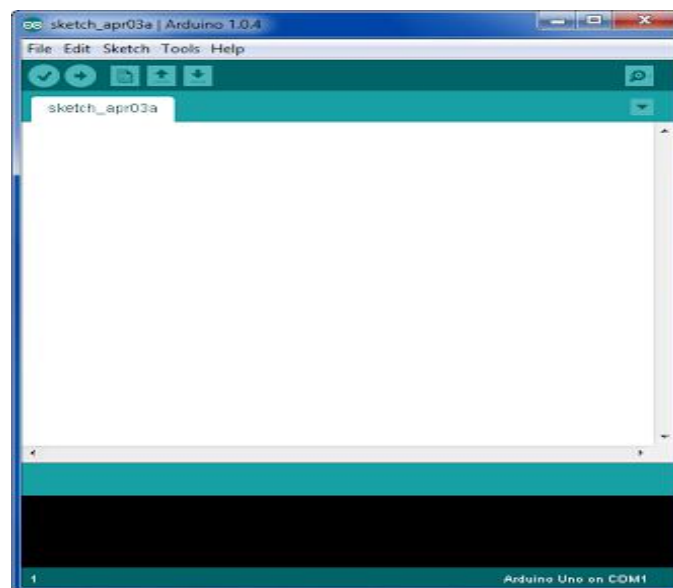
Statement adalah instruksi atau perintah kepada suatu program ketika program itu dieksekusi untuk menjalankan suatu aksi. Setiap *statement* diakhiri dengan titik-koma (;).

Bahasa C dikatakan sebagai bahasa struktur karena strukturnya menggunakan fungsi sebagai program bagian. Fungsi-fungsi selain fungsi utama diletakan di *file* pustaka atau *library*. Jika fungsi-fungsi diletakan di *file* pustaka dan akan di pakai di suatu program, maka *file* judulnya (*header file*) harus dilibatkan di dalam program yang menggunakan dengan *preprocessor directive #include*.

2.6.3 ARDUINO^[10]

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik. Bahasa Pemrograman Arduino Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C. Tetapi bahasa ini sudah dipermudah menggunakan fungsi-fungsi yang sederhana sehingga pemula pun bisa mempelajarinya dengan cukup mudah.

Untuk *arduino* terdiri dari *hardware* dan *software* dimana *arduino* memiliki bahasa pemrograman sendiri. Pada *hardware*-nya sendiri terdiri dari mikrokontroler dan komponen elektronik lain sebagai tambahan. *Hardware* dari *arduino* memiliki prosesor Atmel AVR. Untuk *software arduino* yang berupa IDE (*Integrated Development Environment*) yang memiliki text editor yang digunakan untuk menulis program. Pada Gambar 2.14. merupakan tampilan IDE arduino^[7].



Gambar 2.14. tampilan IDE Arduino^[10].

Pada Gambar 2.14. merupakan tampilan dari IDE Arduino. IDE Arduino terdiri dari Tools yang berada di menu paling atas, kode atau umumnya disebut dengan *sketch* berada pada jendela utama, dan *Serial output* berada pada jendela paling bawah yang berwarna hitam. *Toolbar* ini terdiri dari 6 tombol, di bawah *Toolbar* adalah *tab*, atau seperangkat *tab*, dengan nama *file* dari kode dalam *tab*. Pada menu paling atas adalah menu *file* dengan menu *drop-down* yang terdiri dari *File*, *Edit*, *Sketsa*, *Tools* dan *Help*. Gambar 2.15. merupakan penjelasan *toolbar* IDE Arduino.



Gambar 2.15. *Toolbar* IDE Arduino^[10].

Toolbar IDE Arduino tersebut terdiri dari:

1. *Verify / Compile*, merupakan sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode-kode biner. Mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Kode biner adalah yang bisa dipahami oleh Mikrokontroler. Maka dari itu *compiler* diperlukan dalam hal ini.
2. *Upload*, merupakan sebuah modul yang digunakan untuk meng-upload kode dalam *sketch* ke Arduino.
3. *New*, merupakan sebuah tombol untuk membuat *sketch* baru dan *sketch* ini berupa *sketch* kosong yang nantinya digunakan untuk memasukkan kode program ke dalamnya.
4. *Open*, merupakan sebuah tombol untuk membuka daftar *sketch* pengguna maupun membuka contoh *sketch* yang sudah disediakan.
5. *Save*, merupakan tombol untuk menyimpan *sketch*. Setelah selesai menyimpan akan muncul pesan di bagian bawah *window*.
6. *Serial Monitor*, merupakan *tool* yang sangat berguna, terutama untuk *debugging* kode. Monitor menampilkan data *serial* yang dikirim keluar dari Arduino (*USB* atau *Serial Board*). Ini juga dapat mengirim data *serial* kembali ke Arduino menggunakan *Serial Monitor*.