

BAB II

LANDASAN TEORI

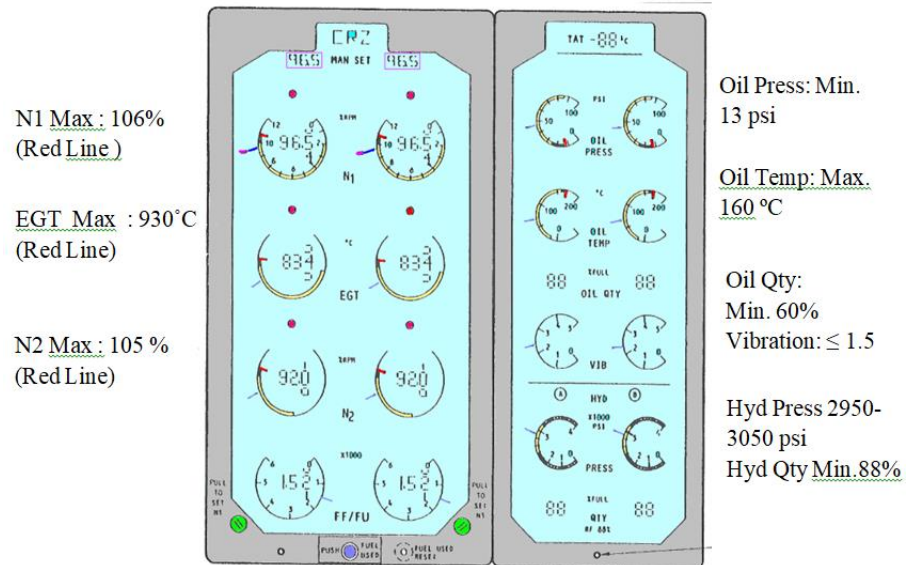
2.1 Sistem Pesawat Ketika *Take Off*

Lepas landas atau *Take off* adalah tahap penerbangan dimana suatu pesawat terbang mengalami suatu transisi dari berjalan di landasan *Taxi* untuk terbang ke udara. Saat pesawat *Take Off* merupakan salah satu hal yang krusial dalam dunia penerbangan. Data menunjukkan bahwa tahap lepas landas dan mendarat adalah tahap yang paling rentan dalam penerbangan. Tahap ini biasa dikenal dengan *Critical Eleven* atau 11 menit paling kritis di dalam pesawat, dalam tahap ini terjadi di 3 menit setelah pesawat lepas landas dan 8 menit sebelum pesawat mendarat. Pada waktu ini adalah waktu yang sangat penting dikarenakan hal-hal yang tidak diinginkan bisa saja terjadi.

Pesawat terbang memiliki beberapa sistem/*Instrument* penerbangan pada saat *Take Off*. *Engine* pesawat merupakan salah satu komponen yang menjadi prioritas pada saat pesawat *Take Off*, karena saat *Take Off* banyak sistem-sistem maupun sensor yang akan bekerja. Untuk itu dapat dimonitor melalui EICAS (*Engine Indicating and Crew Alerting System*) yang ada di *Cockpit* pesawat.

2.1.1 EICAS

EICAS merupakan sistem yang ada di pesawat yang berfungsi sebagai penyedia informasi mesin pesawat dan sistem-sistem instrumen lain kepada awak pesawat. Di pesawat sistem ini dilengkapi dengan rekomendasi tindakan perbaikan apabila terjadi sesuatu. Sistem ini biasanya mencakup berbagai instrumentasi dan parameter *Engine* diantaranya putaran *Engine*, pembacaan suhu, volume dan aliran *Fuel*, tekanan dan temperatur oli, hidraulik dan yang lainnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem EICAS

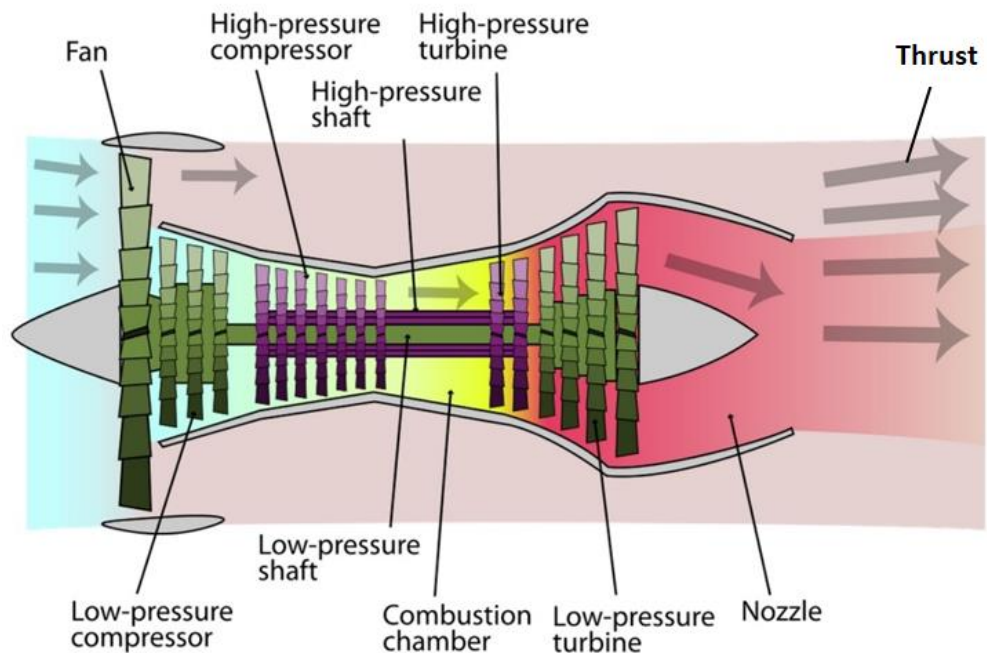
EICAS sendiri terletak di *Cockpit* tepatnya di posisi tengah, dapat dilihat seperti gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Letak EICAS

2.1.2 Thrust

Ketika pesawat hendak *Take Off* hal yang tidak kalah penting juga adalah *Thrust* pada pesawat, *Thrust* sangat dipengaruhi oleh *Engine*. Untuk aturannya sebenarnya relatif, karena ada banyak tipe dan jenis mesin pesawat beda tipe beda spesifikasi. Pada pesawat, *Thrust* dihasilkan dari semburan mesin.

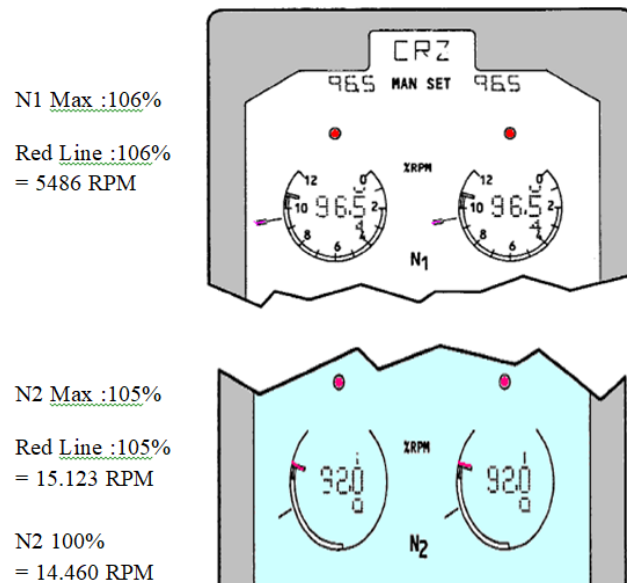


Gambar 2.3 Bagian Alur *Engine*

Untuk penjelasannya sesuai pada gambar 2.3 bahwa *Engine* pesawat memiliki beberapa proses agar dapat bekerja secara sistematis, diawali dengan udara luar di hisap melalui inlet, inlet adalah suatu bagian untuk mengkonversi dari udara yang berkecepatan tinggi menjadi udara yang bertekanan tinggi. Kemudian setelah melalui inlet udara masuk melewati bagian kompresor untuk dinaikan tekanannya, kenaikan tekanan pada bagian ini berlangsung dengan udara yang rapat dan kecepatannya tinggi, semakin tinggi kenaikan maka kinerja mesin akan jadi lebih baik, bersamaan dengan kenaikan tekanan secara otomatis suhunya juga akan mengalami peningkatan. Setelah mengalami peningkatan tekanan udara dan suhu, selanjutnya udara akan dicampur dengan bahan bakar yang mengakibatkan terjadinya pembakaran di *Combustion Chamber* (ruang bakar), hasil dari proses pembakaran menjadikan udara berkecepatan tinggi serta sangat panas yang kemudian dapat memutar turbin. Turbin dapat mengkonversi udara

berkecepatan tinggi dan panas tersebut menjadi putaran yang sangat tinggi. Turbin ini juga terhubung ke bagian sebelumnya yaitu kompresor yang dapat menjalankan fungsi sebagaimana semestinya maka dari itu mesin akan berputar secara terus - menerus. Energi dari udara yaitu tekanan dan suhu masih terbilang tinggi setelah melewati turbin sehingga energi tersebut diubah di *Nozzle* menjadi energi kecepatan, selanjutnya setelah udara mempunyai kecepatan yang sangat tinggi udara tersebut dapat menghasilkan gaya dorong (*Thrust*) pada pesawat.

Pada pesawat terbang tepatnya akan tampil di EICAS ada sistem N1 dan N2. N1 itu menunjukkan RPM turbin yang menghasilkan dorongan pesawat berasal dari *Low Pressure Shaft*, sedangkan N2 digunakan untuk menghasilkan kelistrikan, udara, mendukung sistem-sistem pesawat dan berasal dari *High Pressure Shaft*. Sebagai contoh untuk pesawat komersil Boeing 737 NG mesin tipe *CFM56, Red Line* RPM pada N1 adalah 5.486 sedangkan pada N2 adalah 15.123. RPM N1 biasanya berkisar 30% - 50% dari N2, tapi bisa berbeda jika jenis mesin berbeda. Gambar di bawah ini menunjukkan N1 & N2.



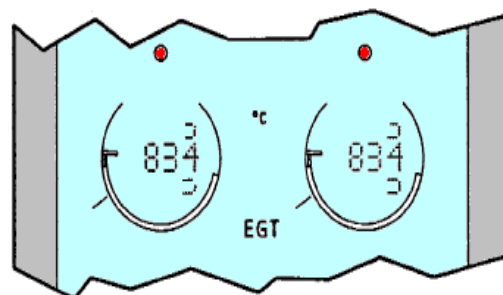
Gambar 2.4 Indikator N1 dan N2

2.2 EGT (*Exhaust Gas Temperature*)

EGT adalah suatu indikator udara gas buang hasil dari ruang pembakaran pada mesin pesawat. Sistem ini sangat penting untuk pesawat terbang pada saat *Take Off* karena dapat menjaga suhu agar tidak melewati batas dan terjadi hal yang tidak diinginkan. Terdapat beberapa komponen seperti *EGT indicator*, *Balancing Resistor*, dan *Thermocouple Probes*. *EGT Indicator* terletak di bagian tengah *Flight Compartment* tepatnya di bagian EICAS/ECAM.

2.2.1 EGT Indicator

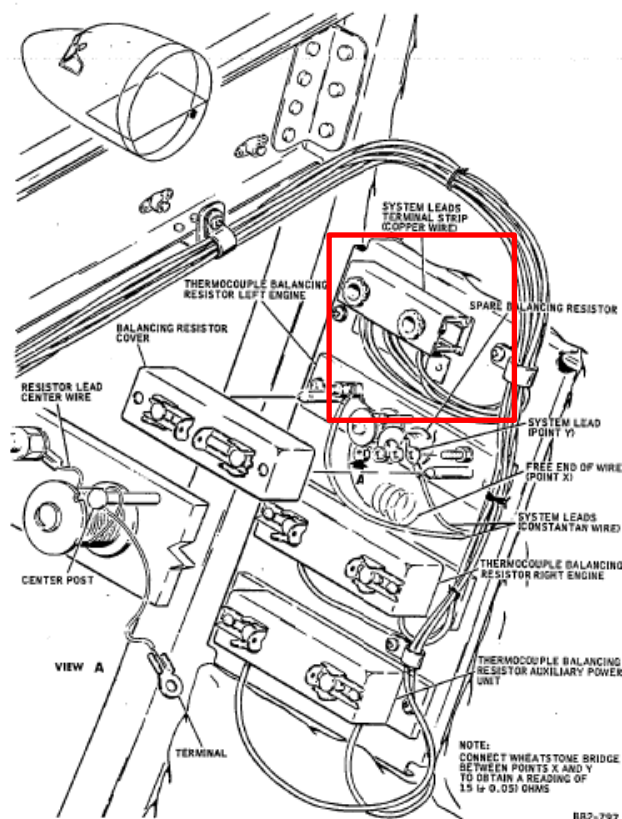
Pada *EGT Indicator Thermocouple* dengan bahan *Chromel Alumel* dapat merasakan ataupun merespon tegangan yang ada pada bagian keluaran *Engine* dengan rentang suhu -50°C hingga 1150°C .



Gambar 2.5 EGT Indikator di EICAS

2.2.2 *Balancing Resistor*

Di pesawat *Balancing Resistor* ini terletak pada bagian kargo depan tepatnya ada panel di sisi sebelah kanan. Pada *Balancing Resistor* terdiri dari dua gulungan kawat dengan masing-masing memberikan tegangan maksimum sebesar 8 ohm. Agar ketika dikalibrasi dapat seimbang (*Balance*) dari resistansi sistem total. Satu kawat dipasang pada sirkuit yang konstan dan di *Trim*, satu kawat lainnya berfungsi sebagai cadangan.

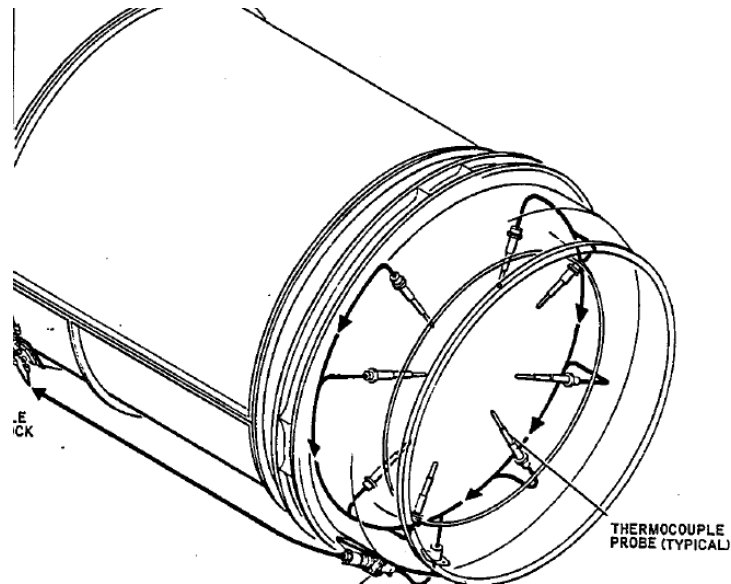


Gambar 2.6 Letak *Balancing Resistor*

2.2.3 *Thermocouple Probes*

Pada bagian ini terletak pada jalur gas buang yang difungsikan sebagai sensor pada suatu mesin pesawat. Fungsi dari rangkaian *Thermocouple* tergantung pada perbedaan sambungan dan perbedaan suhu antara *Hot Junction* dan *Cold Junction*. *Hot Junction* yaitu terletak pada bagian yang akan diukur suhu panasnya di *Engine* sedangkan *Cold Junction* terletak di *Cockpit EGT Indicator*. Di pesawat jumlah *Thermocouple* tergantung pada jenis dan spesifikasi dari *Engine* atau pesawat itu sendiri contohnya pada pesawat Boeing berjumlah 6 atau 9

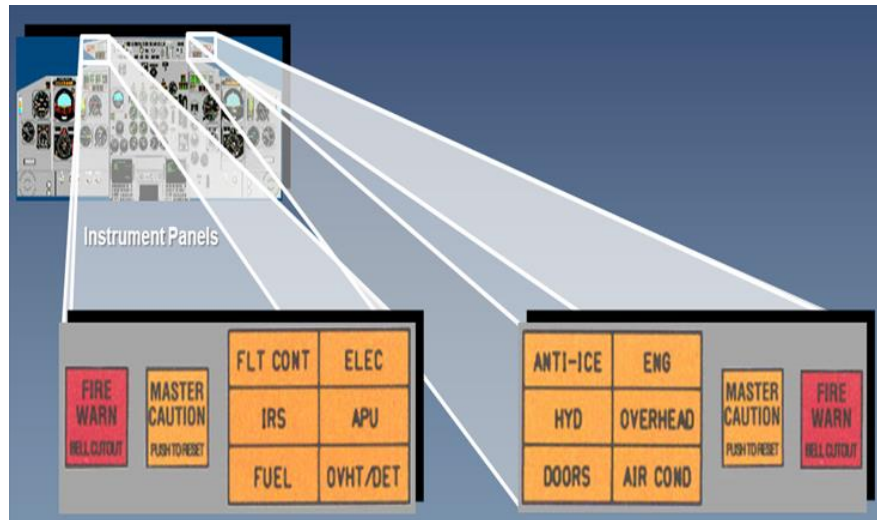
Thermocouple Probes sedangkan di pesawat DC 9 berjumlah 8 *Thermocouple Probe*.



Gambar 2.7 Letak *Thermocouples Probes*

2.3 Warning System Pada Pesawat

Warning System atau sistem peringatan pada pesawat merupakan suatu penanda bagi kru pesawat bahwa telah terjadi kerusakan pada suatu sistem. Pada pesawat terdapat dua indikator peringatan utama apabila terjadi kerusakan ditandai dengan *Ember Light (Master Caution)* dan *Red Light (Fire Warning)* yang terletak di *Cockpit Captain Side* dan *Co-Pilot Side*.



Gambar 2.8 Letak *Master Caution* dan *Fire Warning*

Apabila lampu indikator *Master Caution* menyala maka sesuatu telah terjadi pada sistem. Lampu ini tetap menyala selama ada gangguan pada sistem atau sampai kru menekan tombol reset pada lampu tersebut. *Master Caution* juga mencakup beberapa peringatan sebagai isyarat atau penanda (*Annunciator Panel*) misalnya telah terjadi gangguan sistem pada *Overheat Temperature*, *Anti Ice*, *Doors*, dll. Apabila lampu indikator *Fire Warning* menyala maka telah terjadi kebakaran pada mesin pesawat.



Gambar 2.9 *Master Caution* dan *Fire Warning*

2.4 Power Supply (Catu Daya)

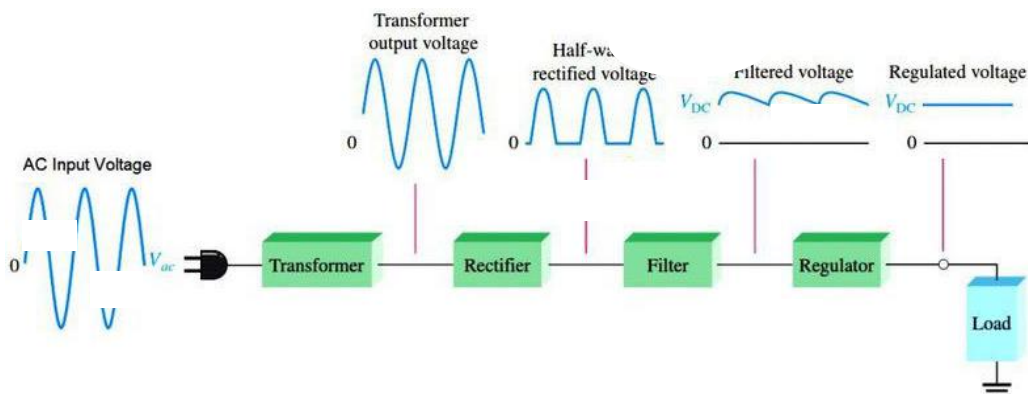


Gambar 2.10 Catu Daya

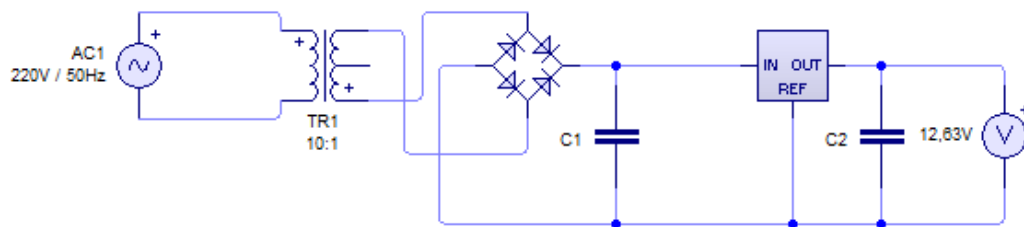
Catu daya merupakan suatu komponen perangkat sebagai penyedia sumber listrik pada perangkat elektronika. Perangkat ini dapat mengolah tegangan AC (*Alternating Current*) atau arus bolak balik menjadi tegangan DC (*Direct Current*) atau arus searah. Perangkat ini memiliki banyak fungsi misalnya sebagai pengkonversi listrik tegangan AC ke DC, memberikan tegangan keluaran, penyangkutan keluaran tegangan agar mendapatkan tegangan arus yang lebih bersih, pengendali tegangan agar tetap terjaga dan sebagai *Protect* dari tegangan listrik.

Pada perangkat ini juga memiliki suatu peranan lain apabila ingin membuat/merancang suatu alat terkhusus untuk tegangan keluaran DC dikarenakan jika tegangan tidak terpenuhi maka dapat merusak komponen lain ataupun bekerja namun tidak maksimal. Penulis menggunakan catu daya 12V 10A yang digunakan pada alat rancangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10 diatas.

Skematik catu daya dan rangkaian catu daya dapat digambarkan sebagai berikut :



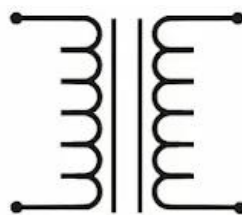
Gambar 2.11 Skematik Catu Daya



Gambar 2.12 Rangkaian Catu Daya

Catu daya memiliki beberapa komponen utama yang memiliki fungsi dan peranan masing-masing yaitu sebagai berikut :

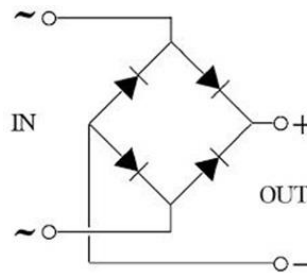
1. Transformator



Gambar 2.13 Transformator

Pertama Trafo dengan tipe *Step Down* yang berperan sebagai pengubah tegangan listrik, arus input yang awalnya sebesar 220V AC selanjutnya diturunkan tegangannya menjadi lebih kecil dengan komponen ini.

2. Dioda



Gambar 2.14 Dioda

Komponen kedua adalah dioda, dioda yang digunakan adalah dioda *Bridge (Rectifier)* pada rangkaian catu daya memiliki peran untuk menyearahkan arus AC menjadi arus DC. Dengan cara arus yang melewati dioda ini dibagi menjadi dua dengan aliran positif dan negatif, aliran positif bertemu dengan anoda pada dioda dan aliran negatif bertemu dengan katoda pada dioda.

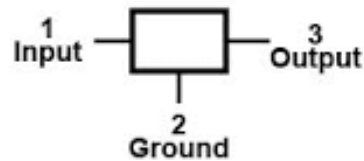
3. Kapasitor



Gambar 2.15 Kapasitor

Komponen ini pada rangkaian catu daya berfungsi sebagai *Filter* atau penyangkutan tegangan yang tidak stabil pada komponen dioda, untuk itu komponen ini sebagai *Filter* agar tegangan arus yang dihasilkan menjadi lebih baik dan stabil.

4. IC Voltage Regulator



Gambar 2.16 IC Voltage Regulator

Selanjutnya komponen IC *Voltage Regulator* yang bertindak sebagai penstabil tegangan dan pengubah tegangan DC agar menjadi tegangan yang siap digunakan pada alat rangkaian elektronika.

2.5 Potensiometer

Potensiometer pada gambar 2.19 merupakan komponen elektronika jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika. Penulis menggunakan potensiometer berjenis *Rotary* yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara memutar *Wiper*-nya sepanjang lintasan yang melingkar sebagai inputan nya. Penulis menggunakan potensiometer sebagai inputan (*Throttle*) dan sebagai inputan dari *Heater* pada alat rancangan.



Gambar 2.17 Potensiometer Rotary

Tabel 2.1 Deskripsi Pin Potensiometer Rotary

Pin	Deskripsi
GND	Ground (-)
OUT	Tegangan Output
IN	Tegangan Input VCC (+)

2.6 Motor BLDC



Gambar 2.18 Gambar Motor BLDC dan ESC

Motor *Brushless Direct Current* (BLDC) adalah suatu komponen motor DC yang tidak mempunyai sikat yang mana pada motor DC konvensional umumnya mempunyai sikat yang berfungsi untuk mengirimkan daya pada rotor saat berbalik di medan magnet tetap. Untuk itu pada motor BLDC ini untuk melakukan suatu pergerakan atau putaran menggunakan suatu modul elektronik yaitu *Electronics Speed Controller* (ESC). Rangkaian ESC tersebut dapat memberikan frekuensi sebesar 3 *Phase* pada rotor dengan daya yang besar. Motor BLDC termasuk jenis motor sinkron yang artinya medan magnet yang dihasilkan antara dua komponen berkomutasi dengan frekuensi yang sama. Pada motor BLDC ini mempunyai dua buah komponen utama yaitu :

1. Rotor

Rotor (gambar 2.21) merupakan bagian komponen yang bergerak yang disebabkan oleh gaya elektromagnetik pada stator, tersusun dari beberapa magnet permanen dan dipasangkan antara kutub utara dan selatan secara bergantian. Jumlah magnet pada komponen ini terkoreksi dengan torsi dan RPM.

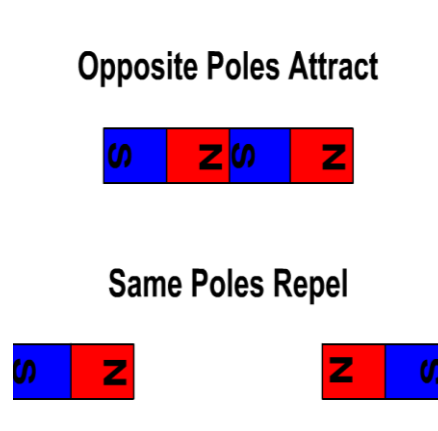
2. Stator

Stator (gambar 2.21) merupakan bagian komponen yang diam dan difungsikan sebagai medan penggerak pada rotor yang menyebabkan gaya elektromagnetis sehingga motor dapat berputar. Komponen ini terbuat dari lapisan logam yang dililitkan pada suatu kumparan tembaga. Umumnya menggunakan konfigurasi *Star* atau *Y* tanpa titik netral dengan tiga lilitan.



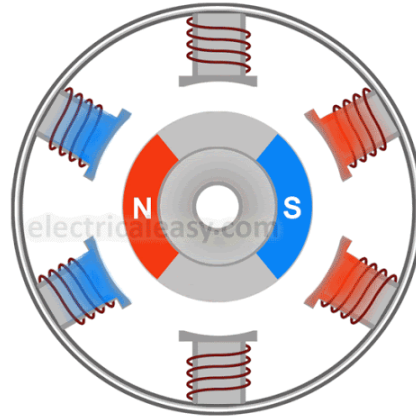
Gambar 2.19 Rotor dan Stator

Cara kerja dari motor BLDC ini yaitu lilitan pada stator pada rangkaian kontrol akan memberikan suatu frekuensi yang besar dan menimbulkan efek medan magnet dengan kutub yang berlawanan pada magnet permanen di rotor sehingga mengakibatkan adanya gaya elektromagnetik. Hal ini sesuai dengan sifat medan magnet yaitu kutub yang berlawanan akan tarik-menarik dan kutub yang sama akan tolak-menolak seperti pada gambar 2.22.



Gambar 2.20 Medan Magnet

Ketika lilitan magnet pada kutub utara dan kutub selatan tarik menarik dan tolak menolak dan rotor yang di pasangkan di tengah maka motor tersebut akan berputar sesuai dengan kutub medan magnet.



Gambar 2.21 Cara Kerja Motor BLDC

Tabel 2.2 Tabel Deskripsi Pin BLDC dan ESC

Tipe Koneksi	Warna Kabel (Pin)	Deskripsi
Power	Merah	7.4 - 14.8V
	Hitam	Ground
Penghubung BLDC Motor	3 Kabel Biru	Penghubung BLDC dan ESC
Penghubung Servo	Putih	Input Throttle
	Merah	5V, 2Amp Out
	Hitam	Ground

Tabel 2.3 Spesifikasi Motor BLDC

<i>Model</i>	A2212
<i>RPM/V</i>	1000/KV
<i>No Load Current</i>	10V / 0.5A
<i>Max Current</i>	12A / 60s
<i>ESC Current</i>	30A
<i>LiPo Battery</i>	2-3S
<i>NiCD / NiMH Battery</i>	6-9S
<i>Shaft Diameter</i>	3.175mm
<i>Dimensions</i>	(5.51 x 7.09 x 3.94)" / (14 x 18 x 10)cm (L x W x H)
<i>Weight</i>	275g

2.7 Pressure Sensor Transducer

Pressure Sensor Transducer pada gambar 2.24 merupakan sensor yang difungsikan sebagai alat untuk mengukur besaran tekanan. Cara kerja dari sensor ini yaitu dengan mengubah tekanan fisik menjadi sinyal listrik. Dalam hal ini penulis menyertakan sensor tekanan untuk mengukur tekanan udara dari depan atau bagian inlet dan pengukurannya akan ditampilkan pada *Display*.



Gambar 2.22 Pressure Transducer

Tabel 2.4 Deskripsi Pin Sensor Pressure Transducer

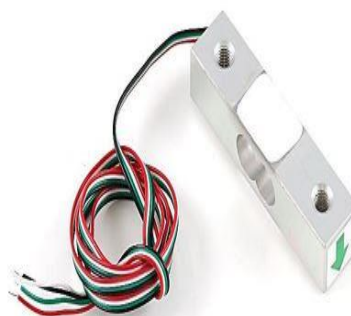
Pin	Deskripsi
+	VCC (5V)
-	GND
s	Signal (Up to 4,5V)

Tabel 2.5 Spesifikasi *Pressure Transducer*

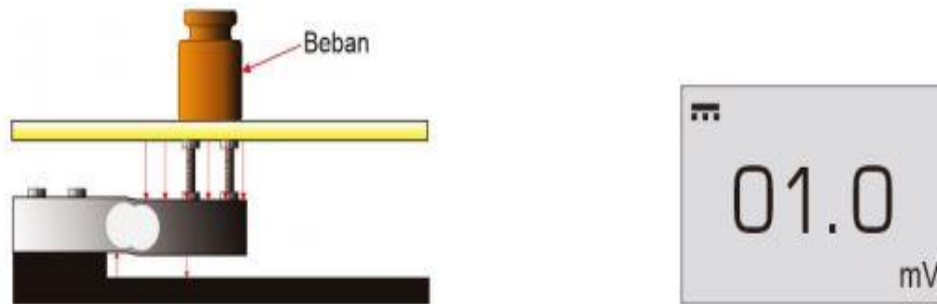
<i>Power Supply</i>	5VDC
<i>Output Voltage</i>	0.5-4.5 VDC
<i>Thread Connection</i>	G 1/4
<i>Sensor material</i>	<i>Stainless steel alloy</i>
<i>Working Current</i>	10 mA
<i>Working Pressure Range</i>	0-1.2 MPa / 174 PSI / 12 Bar
<i>Maximum Pressure</i>	2.4 MPa
<i>Cable length</i>	19cm
<i>Destroy Pressure</i>	3.0 MPa
<i>Working TEMP Range</i>	0-85 degrees
<i>Storage Temperature Range</i>	0-100 degrees
<i>Measuring Error</i>	0.5 % of FS
<i>Response Time</i>	2.0 ms

2.8 Load Cell

Load Cell atau sensor beban adalah sensor berat yang ketika diberi beban atau berat pada inti besinya, secara otomatis akan terjadi perubahan nilai. *Load Cell* memerlukan tegangan 3-12VDC.

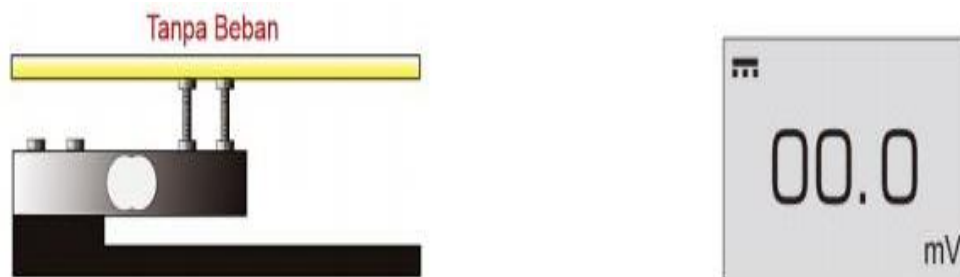
Gambar 2.23 *Load Cell*

Cara kerjanya yaitu ketika *Load Cell* diberi beban dapat menimbulkan reaksi terhadap bahan logam yang ada pada sensor dan menyebabkan perubahan bentuk secara fleksibel. Gaya yang dihasilkan (ketika ada beban) dikonversikan menjadi sinyal listrik oleh pengukur dan akan menampilkan nilai.



Gambar 2.24 Cara Kerja *Load Cell* Ketika Ada Beban

Sebaliknya ketika tidak diberi beban maka tidak ada nilai yang ditampilkan atau 0.



Gambar 2.25 Cara Kerja *Load Cell* Ketika Tidak Ada Beban

Penulis menggunakan Sensor *Load Cell* ini untuk mengukur nilai *Thrust* tekanan belakang dari *Engine Exhaust*. Berikut deskripsi pin dan spesifikasi dari *Load Cell* yang digunakan :

Tabel 2.6 Deskripsi Pin *Load Cell*

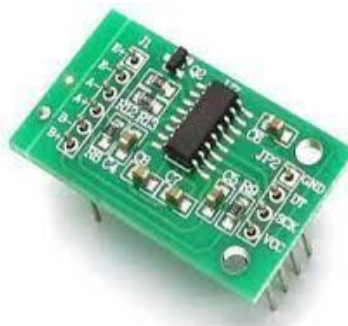
Kabel (Pin)	Deskripsi
Merah	Excitation+ (E+) or VCC
Hitam atau Kuning	Excitation- (E-) or GND
Putih	Output- (O-), Signal- (S-), or Amplifier- (A-)
Hijau atau Biru	O+, S+, or A+

Tabel 2.7 Spesifikasi *Load Cell*

<i>Rated Load</i>	5Kg
<i>Rated Output</i>	1.0mV/V \pm 0.15mV/V
<i>Zero Output</i>	\pm 0.1mV/V
<i>Creep</i>	0.03%F.S./30min
<i>Recommended operating voltage</i>	3 - 12 VDC
<i>Maximum operating voltage</i>	15 VDC
<i>Input Impedance</i>	1115 \pm 10%
<i>Protection class</i>	IP65
<i>Total Size</i>	3.16 x 0.51 x 0.51 inch
<i>Cable</i>	0.8020 cm
<i>Material</i>	<i>Aluminum Alloy</i>
<i>Dimention</i>	12.7mm x 12.7mm x 80mm

2.9 Modul HX711

Modul HX711 ini merupakan suatu modul yang kompatibel atau biasa dipasangkan dengan sensor *Load Cell*, sebagai konverter dari sinyal analog ke digital.



Gambar 2.26 Modul HX711

Tabel 2.8 Deskripsi Pin HX711

Pin	Deskripsi
VCC	+
Dout	Serial Data Output
SCK	Power Down Control dan Serial Clock Input
GND	-

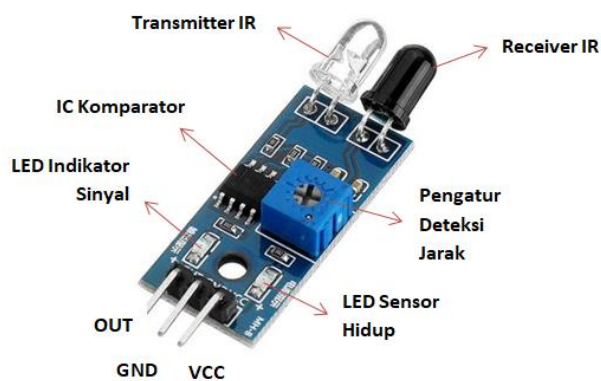
Tabel 2.9 Spesifikasi HX711

Spesifikasi
Memiliki dua differential input yang dapat dipilih
Chip Power Supply Regulator untuk Load Cell dan ADC
Chip untuk Power On Reset
Konsumsi arus normal < 1.5mA
Range Tegangan : 2.6V to 5.5V
Range Temperature : -40°C to +85°C

2.10 Sensor IR (*Infra Red*)

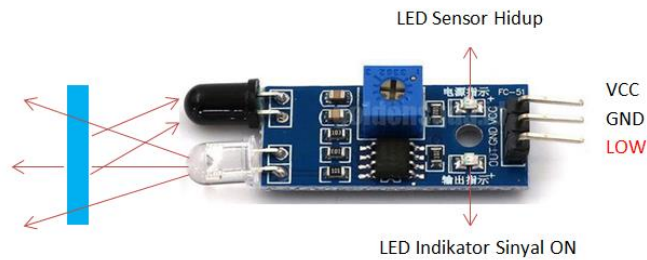
Sensor IR/inframerah adalah suatu komponen elektronika yang memancarkan dan mendeteksi sinar inframerah di sekitarnya, sensor ini diantaranya dapat mendeteksi panas, gerakan, hingga kecepatan. Terdapat dua bagian penting untuk menerima dan memancarkan inframerah yang pertama adalah *Transmitter IR* umumnya ditandai dengan warna bening difungsikan sebagai pemancar inframerah dan yang kedua adalah *Receiver IR* umumnya ditandai dengan warna hitam difungsikan sebagai penerima inframerah. Selain itu sensor ini juga memiliki bagian-bagian lain diantaranya :

1. IC komparator : sebagai IC penguat
2. LED sensor hidup : sebagai penanda jika sensor telah terhubung dan bisa digunakan
3. LED indikator sinyal : sebagai penanda kondisi ON OFF / *High Low*
4. Pengatur deteksi jarak : sebagai pendeteksi jarak



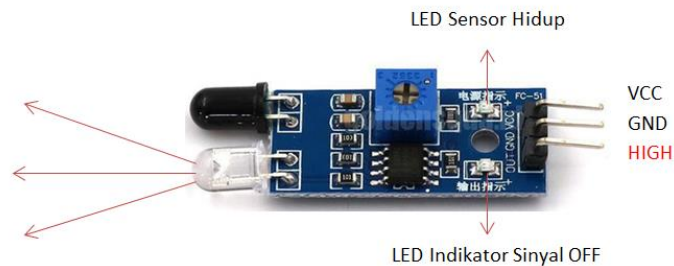
Gambar 2.27 Sensor IR

Cara kerjanya yaitu dengan memancarkan sinyal inframerah oleh *Transmitter* IR apabila ada benda disekitarnya dengan batasan jarak 2cm-15cm maka sinyal inframerah itu akan dipantulkan kembali. Kondisi ini akan menyebabkan *Receiver* IR mendeteksi dan diproses oleh IC yang kemudian menghidupkan LED indikator sinyal (ON) dan output berlogika 0 (*Low*).



Gambar 2.28 Cara Kerja Sensor Ada Objek

Begitupun sebaliknya apabila tidak ada benda disekitarnya maka sinyal inframerah tidak bisa dipantulkan karena tidak ada objek. Kondisi ini menyebabkan LED indikator OFF dan output berlogika 1 (*High*). Pada alat rancangan sensor ini digunakan sebagai sensor untuk kecepatan motor dan akan ditampilkan pada *Display*.



Gambar 2.29 Cara Kerja Sensor Tidak Ada Objek

Tabel 2.10 Deskripsi Pin Sensor IR

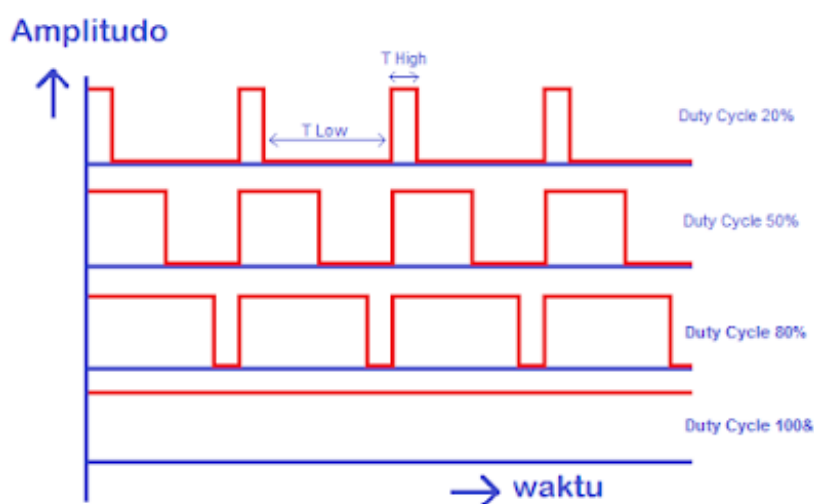
Pin	Deskripsi
VCC	+
GND	-
OUT	Output

Tabel 2.11 Spesifikasi Sensor IR

Spesifikasi
Chipset: LM393
Tegangan 3.3-5V DC
LED indikator power dan indikator halangan
Output keluaran berupa digital (0 atau 1)
Jarak efektif pengukuran 2~40cm
Dilengkapi trimpot untuk mengatur jarak jangkauan pengukuran
Ukuran: 31 x 15mm

2.11 PWM Controller

Pulse With Modulation/modulasi lebar pulsa adalah sebuah teknik yang memanipulasi lebar pulsa/sinyal dalam posisi *Low* dan *High* pada suatu gelombang kotak yang memiliki frekuensi dan amplitudo yang tetap. Pada modul ini terdapat *Duty Cycle* yaitu lebar pulsa pada PWM yang ditunjukkan dalam indikasi %. Apabila *Duty Cycle*nya semakin tinggi maka lebar pulsanya juga akan semakin melebar.



Gambar 2.30 Duty Cycle PWM

Dalam hal ini penulis menggunakan komponen modul *PWM Speed Controller* agar dapat mempermudah mengatur tegangan pada *Heater* sehingga *Heater* dapat dikontrol secara manual. Gambar, deskripsi pin, dan spesifikasi dari modul PWM yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 2.31 *PWM Speed Controller*

Tabel 2.12 Deskripsi Pin PWM

Pin	Deskripsi
Power +	VCC Input Power Supply
Power -	GND Input Power Supply
Motor +	VCC Output
Motor -	GND Output

Tabel 2.13 Spesifikasi *PWM Speed Controller*

<i>Input voltage</i>	DC 12-40V
<i>Output voltage</i>	0-100% <i>Input voltage</i>
<i>Power</i>	0.01-400W
<i>Rated Current</i>	8A (<i>Max current:10A</i> <i>Static current:0.02A</i>)
<i>Frequency</i>	13khz
<i>PWM</i>	10%-100%
<i>Static current</i>	0.02A

2.12 Elemen Pemanas

Elemen pemanas (*Heater*) merupakan suatu komponen yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi panas, biasanya menggunakan bahan yang tahan terhadap listrik tinggi misalnya *Resistance Wire*, dan *Alumunium* agar tidak rusak ataupun meleleh pada saat dialiri panas serta dilapisi oleh isolator yang dapat meneruskan panas sehingga aman digunakan. Dalam hal ini penulis menggunakan elemen pemanas DC 12V seperti pada gambar 2.34 yang akan terhubung ke modul PWM *Controller* sehingga pada saat *Engine*/motor dihidupkan *Heaternya* dapat diatur secara manual.



Gambar 2.32 *Heater*

Tabel 2.14 Deskripsi Pin *Heater*

Pin	Deskripsi
VCC	+
GND	-

Tabel 2.15 Spesifikasi *Heater*

<u>Spesifikasi</u>	
<u>Daya</u>	1-30W
<u>Tegangan</u>	12 VDC
<u>Ukuran</u>	21x36x5mm
<u>Bahan</u>	<u>Alumunium</u>
MAX	220°C

2.13 Thermocouple

Thermocouple merupakan suatu sensor komponen elektronika yang berfungsi untuk mengukur suhu/temperatur dengan cara kedua sisi disatukan agar terjadi efek *Thermoelectric*. Komponen ini juga terdapat kelebihan lain selain kemampuannya merespon perubahan suhu dengan cepat dan suhu pengukurannya yang luas antara -200°C hingga 2000°C juga tahan terhadap getaran dan penggunaannya sangat mudah sehingga mudah diaplikasikan ke berbagai komponen.

Cara kerjanya yaitu di kedua sisi ujung logam yang jenisnya berbeda *Hot Junction* dan *Cold Junction* digabungkan. Masing-masing sisi ujung logam tersebut memiliki peranan sendiri salah satunya akan difungsikan untuk menjadi referensi suhu yang konstan sedangkan sisi yang lainnya untuk mendeteksi suhu panas. Dapat di lihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.33 Cara Kerja *Thermocouple*

Pada gambar tersebut, jika *Thermocouple* dipanaskan dapat menyebabkan beda potensial. Perbedaan tersebut sebanding dengan suhu panas yang diterima *Thermocouple* atau $V_1 - V_2$. *Thermocouple* kemudian dihubungkan dengan *Thermocontroller* sebagai *Display* dari suhu yang dapat kita baca.

Thermocouple terdiri dari beberapa macam jenis dan spesifikasi. Berikut ini adalah beberapa jenis dan spesifikasi pada *Thermocouple* :

- *Thermocouple* Tipe E

Material positif yang digunakan : *Nickel Chromium*

Material negatif yang digunakan : *Constantan*

Kapasitas Pengukuran suhu : -200°C hingga 900°C

- *Thermocouple* Tipe J

Material positif yang digunakan : *Iron*

- Material negatif yang digunakan : *Constantan*
Kapabilitas Pengukuran suhu : 0°C hingga 750°C
- *Thermocouple* Tipe K
Material positif yang digunakan : *Nickel Chromium*
Material negatif yang digunakan : *Nickel Aluminium*
Kapabilitas Pengukuran suhu : -200°C hingga 1250°C
 - *Thermocouple* Tipe N
Material positif yang digunakan : *Nicrosil*
Material negatif yang digunakan : *Nisil*
Kapabilitas Pengukuran suhu : 0°C hingga 1250°C
 - *Thermocouple* Tipe T
Material positif yang digunakan : *Copper*
Material negatif yang digunakan : *Constantan*
Kapabilitas Pengukuran suhu : -200°C hingga 350°C
 - *Thermocouple* Tipe U
Material positif yang digunakan : *Copper*
Material negatif yang digunakan : *Copper Nickel*
Kapabilitas Pengukuran suhu : 0°C hingga 1450°C

Dalam hal ini penulis menggunakan jenis *Thermocouple* tipe *K* (gambar 2.36) dengan deskripsi pin dan spesifikasi sebagai berikut.



Gambar 2.34 *Thermocouple* Tipe K

Tabel 2.16 Deskripsi Pin *Thermocouple* Tipe K

Pin	Deskripsi
VCC	+
GND	-
OUT	Output

Tabel 2.17 Spesifikasi *Thermocouple* Tipe K

Tegangan: 3V - 5V
Fitur: Dilengkapi rangkaian kompensasi dan cold junction
Output Data: SPI
Kapasitas Pengukuran Suhu: 0°C - 800°C
Akurasi Suhu: 0.25°C

2.14 Modul Sensor MAX6675

Modul ini merupakan modul yang kompatibel sebagai kompensasi *Cold & Hot Junction* dari *Thermocouple* tipe K karena sesuai dengan karakteristiknya. Modul ini berperan sebagai pengkonversi dari data analog ke digital dan juga memiliki rentang pengukuran suhu antara -200°-1200°C.



Gambar 2.35 Modul Sensor MAX6675

Tabel 2.18 Deskripsi Pin Modul Sensor MAX6675

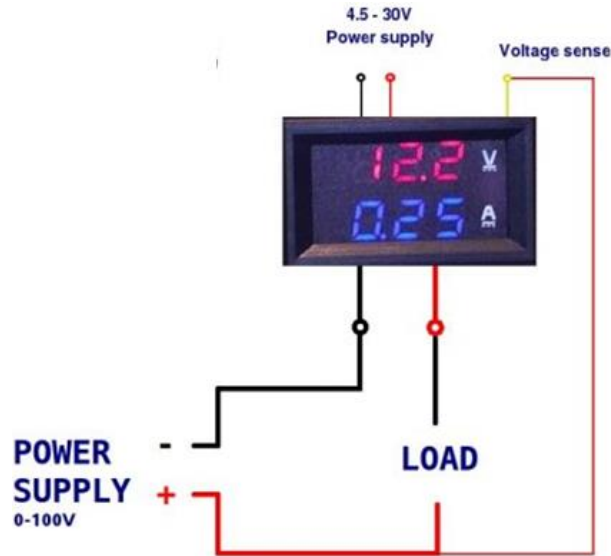
Pin	Deskripsi
VCC	+
GND	-
SCK	Serial Clock
CS	Chip Select
SO	Serial Output
TH +	Thermocouple +
TH -	Thermocouple -

Tabel 2.19 Spesifikasi MAX6675

<i>Operating Voltage : 5 VDC</i>
<i>Operating Current : 50mA</i>
<i>Temperature Measuring Range : -200°C - 1200°C</i>
<i>Best Temperature Measurement : 0°C - 800°C</i>
<i>Temperature Measurement Accuracy : ±1.5°C</i>
<i>Temperature Resolution : 0.25°C</i>
<i>Output : SPI Digital Signal</i>
<i>Easy Installation</i>
<i>Storage Temperature : -50°C - 150°C</i>

2.15 DC Voltmeter Ammeter

DC *Voltmeter Ammeter* merupakan suatu modul komponen elektronika kombinasi antara dua alat ukur yaitu *Voltmeter* dan *Amperemeter*. Komponen ini bekerja dengan sederhana karena merupakan suatu modul yang telah dirancang sedemikian rupa. Pada saat dialiri tegangan dan dihubungkan dengan beban secara otomatis akan menghidupkan modul serta hasil pengukuran akan ditampilkan pada layarnya. Pada alat rancangan modul ini digunakan untuk mengukur ataupun sebagai sensor tegangan dan arus.



Gambar 2.36 Voltmeter Amperemeter

Tabel 2.20 Deskripsi Pin Modul Voltmeter Amperemeter

Pin	Deskripsi
VCC	+
GND	-

2.16 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika atau biasanya disebut dengan perangkat komputer mini yang berupa chip IC (*Integrated Circuit*) dan mempunyai program operasi tertentu didalamnya. Penulis menggunakan mikrokontroler Atmega328 untuk menjalankan program pada alat rancangan.

2.16.1 Mikrokontroler Atmega328

Mikrokontroler IC Atmega328 merupakan mikrokontroler jenis atmel dengan sistem *Reduce Instruction Set Computer* (RISC) artinya proses pengolahan data ataupun eksekusi datanya lebih cepat dibandingkan dengan jenis sistem (CISC) *Completed Instruction Set Computer*. Mikrokontroler ini juga dapat menseleksi antara memori data dan kode program yang akan dijalankan, oleh karena itu mikrokontroler ini bisa memaksimalkan peranan kerja dengan baik. Perintah atau instruksi yang ada dalam memori program dapat dijalankan dalam satu alur perintah, misalnya pada saat instruksi sedang dikerjakan instruksi selanjutnya telah diambil dari memori program. Dengan cara inilah instruksi

tersebut dapat dijalankan dalam satu siklus *Clock* sehingga menjadi suatu kelebihan tersendiri pada mikrokontroler ini.

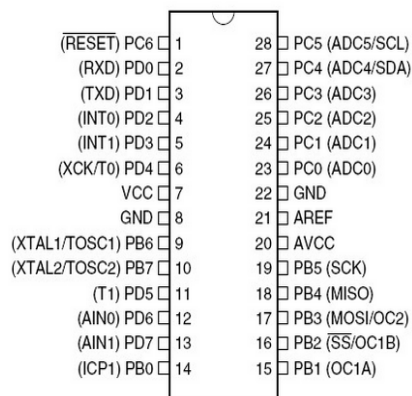


Gambar 2.37 Mikrokontroler Atmega328

Mikrokontroler ini memiliki beberapa karakteristik diantaranya yaitu :

1. Mempunyai instruksi program sebanyak 30 macam dan rata-rata dapat dieksekusi dalam satu kali siklus *Clock*.
2. Mempunyai kecepatan memori sebesar 32 Kb.
3. Mempunyai input dan output digital sebanyak 23pin.
4. Mempunyai *Static Random Access Memory* sebesar 2 Kb.
5. Mempunyai kecepatan eksekusi perintah 16 MIPS dengan *Clock* 16 Mhz.
6. Mempunyai EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1 Kb untuk tempat penyimpanan data semi permanen karena memori ini tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.

Mikrokontroler ini mempunyai kaki sebanyak 28 pin yang memiliki peranan dan fungsi masing-masing. Dapat dilihat pada gambar 2.40 berikut.



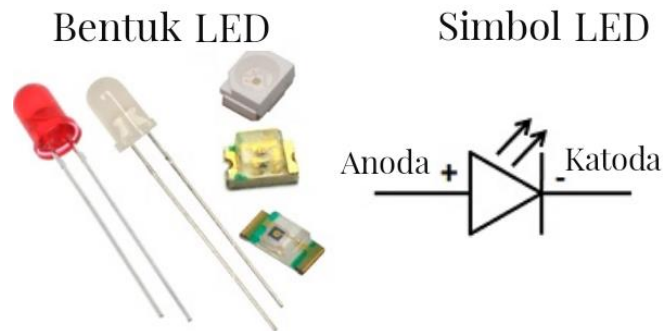
Gambar 2.38 Konfigurasi Pin Atmega328

Tabel 2.21 Deskripsi Pin Atmega328

Pin	Deskripsi
VCC	Merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
GND	Merupakan pin <i>Ground</i> .
RESET	Merupakan pin yang digunakan untuk mengatur ulang mikrokontroler
XTAL1 dan XTAL2	Merupakan pin masukan eksternal <i>Clock</i>
Port B (PB0 – PB7)	Merupakan pin masukan/keluaran dua arah (<i>Full Duplex</i>) dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus.
Port C (PC0 – PC6)	Merupakan pin masukan/keluaran dua arah (<i>Full Duplex</i>) dan dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus.
Port D (PD0 – PD7)	Merupakan pin masukan/keluaran dua arah (<i>Full Duplex</i>) dengan masing-masing port memiliki fungsi khusus
AVCC	Merupakan pin masukan tegangan untuk ADC (<i>Analog Digital Converter</i>).
AREF	Merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC (<i>Analog Digital Converter</i>).

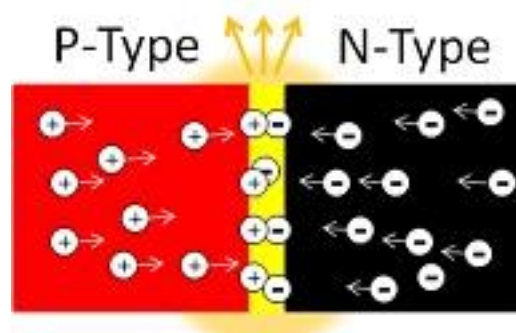
2.17 LED

LED (*Light Emitting Diode*) termasuk salah satu jenis dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor.



Gambar 2.39 Bentuk dan Simbol LED

Prinsip kerjanya sederhana yaitu hanya memiliki dua kutub yang berbeda yaitu kutub positif dan kutub negatif. Komponen ini akan mengeluarkan cahaya jika dilalui oleh *Bias Forward* atau tegangan maju dari anoda menuju ke katoda. Selain itu komponen ini tersusun dari suatu chip semikonduktor agar dapat di doping dan menciptakan P dan N *Junction*. Proses doping itu artinya suatu proses untuk menambahkan ketidakmurnian pada semikonduktor yang murni sehingga dapat menghasilkan suatu karakteristik yang diinginkan. Pada saat LED diberi tegangan maju atau anoda menuju ke katoda, kelebihan yang ada di wilayah bermuatan negatif (*N Type*) akan berpindah ke *Hole* yang ada di wilayah bermuatan positif (*P type*).



Gambar 2.40 Cara Kerja LED

2.18 Pilot Lamp

Pilot lamp merupakan suatu komponen elektronika yang termasuk kedalam jenis LED. Komponen ini bekerja seperti LED pada umumnya dengan dialiri tegangan masuk positif dan negatif. Komponen ini pada alat rancangan digunakan sebagai indikator *Warning*. Gambar 2.43 adalah komponen *Pilot Lamp* yang digunakan.



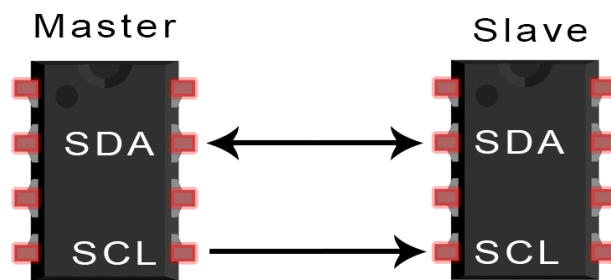
Gambar 2.41 *Pilot Lamp*

Tabel 2.22 Deskripsi Pin *Pilot Lamp*

Pin	Deskripsi
VCC	+
GND	-

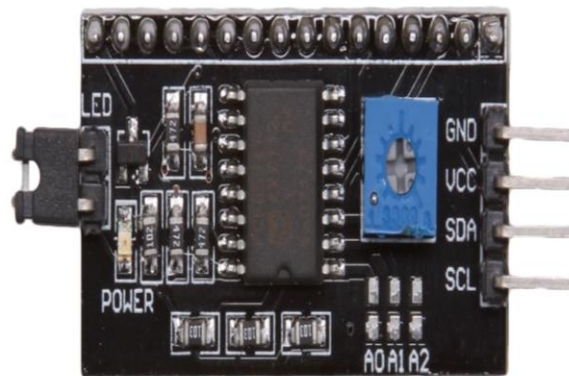
2.19 Modul I2C (*Inter Integrated Circuit*)

Modul I2C merupakan komponen yang tersusun dari SCL (*Serial Clock*) yang dapat menyinkronkan data komunikasi dan SDA (*Serial Data*) yang bertujuan untuk mengirimkan data yang menjadi informasi utama dari perangkat utama sumber *Clock (Master)* ke *Slave* ataupun sebaliknya. Umumnya perangkat *Master* adalah suatu kontrolernya sedangkan perangkat *Slave* adalah perangkat pendukung lainnya.



Gambar 2.42 Master dan Slave

Modul I2C ini dapat mengoperasikan LCD *Display* 20x4 dan 16x2.



Gambar 2.43 Modul I2C

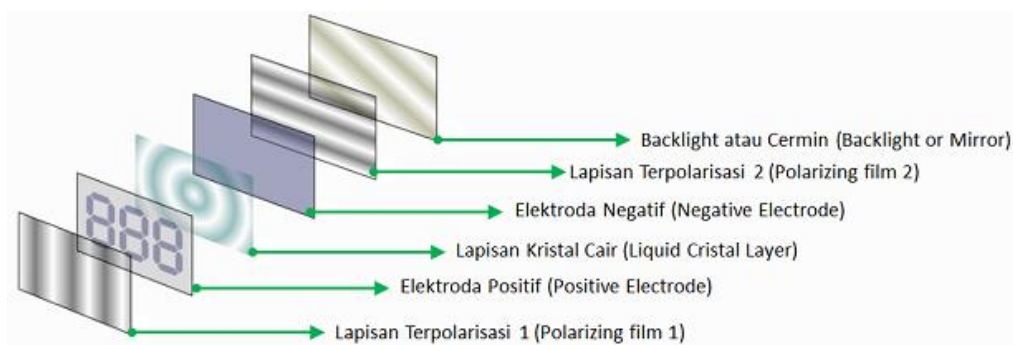
Tabel 2.23 Deskripsi Pin Modul I2C

Pin	Deskripsi
VCC	+
GND	-
SDA	Serial Data
SCL	Serial Clock
Pin to LCD	Pin Penghubung ke LCD

2.20 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai keluaran pada suatu alat atau rangkaian elektronika. LCD dapat menampilkan keluaran berupa suatu data, nilai, huruf, maupun grafik. Pada alat rancangan yang dibuat LCD ini digunakan sebagai tampilan elektronik

(*Display*). Pada komponen ini terdapat bagian-bagian yang tersusun didalamnya dapat dilihat pada gambar 2.46 berikut.



Gambar 2.44 Struktur LCD

LCD mempunyai dua komponen utama yaitu *Backlight* atau cahaya latar belakang dan *Liquid Crystal Layer* atau lapisan kristal cair, pada dasarnya LCD tidak bisa memancarkan cahaya akan tetapi bisa merefleksikan dan mentransmisikan cahaya. Cara kerja pada LCD yaitu pada saat *Backlight* memberikan pencahayaan umumnya berwarna putih ke *Liquid Crystal* pada saat itu *Liquid Crystal* akan terlebih dahulu menyaring sebelum merefleksikan sudut sesuai sudut yang diinginkan sampai memunculkan warna yang dibutuhkan. LCD yang digunakan pada alat rancang bangun adalah LCD dengan ukuran 20x4 seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.47.



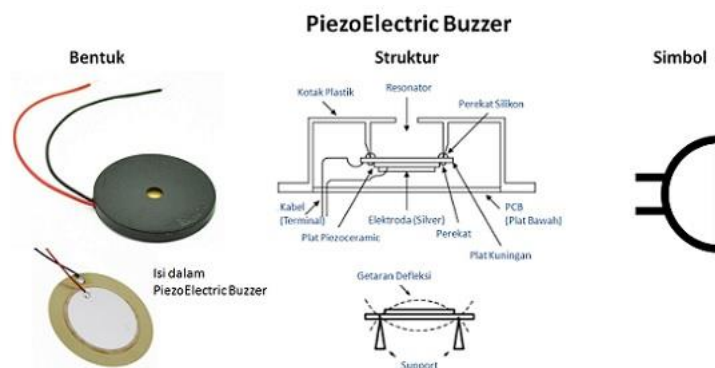
Gambar 2.45 LCD Display

Tabel 2.24 Spesifikasi LCD *Display* 20x4

Spesifikasi
Tipe LCM : Karakter
4-baris X 20-karakte
Tegangan 5V
Dimensi : 98 x 60 x 12mm

2.21 Buzzer

Buzzer merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai alat untuk mengkonversi sinyal listrik menjadi getaran suara. Komponen ini termasuk *Transduser* yang memiliki 2 kaki yaitu positif dan negatif. Cara kerjanya sederhana hanya dengan diberi tegangan 3 sampai 12V. Tegangan yang diberikan menghasilkan suatu gerakan mekanis, gerakan itulah yang dikonversi menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh manusia melalui diafragma dan resonator. Penulis menggunakan komponen *Buzzer* bertipe putus-putus sebagai penanda/peringatan pada alat rancangan jika terjadi kenaikan suhu/temperaturnya.

Gambar 2.46 Bentuk, Struktur dan Simbol *Buzzer*Tabel 2.25 Deskripsi Pin *Buzzer*

Pin	Deskripsi
VCC	+
GND	-