

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

Menurut Firman Hartono (2015), teknologi mesin turbojet misil jenis cruise dikembangkan sebagai terobosan baru dalam bidang kemiliteran, turbojet ini digunakan sebagai mesin penggerak untuk misil. Misil ini berbeda dengan misil jenis balistik yang langsung diluncurkan dengan proyektil parabola dan jarak yang terbatas, misil jenis cruise adalah misil yang mampu terbang dengan jarak tempuh yang cukup jauh untuk mengejar target dan dengan ketinggian hanya kurang lebih dua puluh meter diatas permukaan laut yang ditopang dengan mesin turbojet. Mesin turbojet yang di kembangkan Dr. Firmaan Hartono dinamai Turbojet 500N. Komponen utama mesin turbojet yaitu kompresor, ruang bakar, dan turbin.

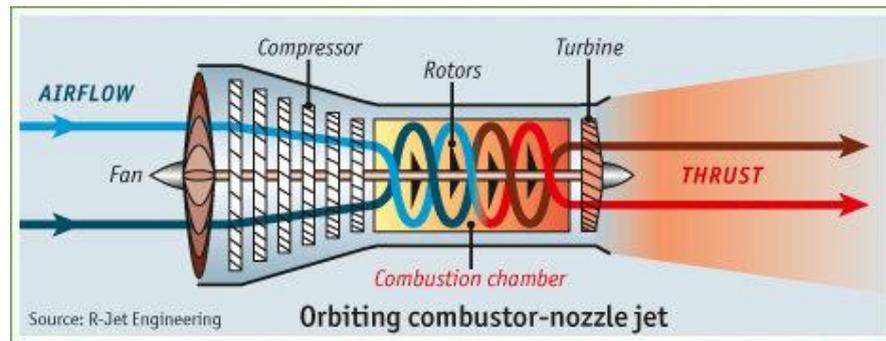
Turbin gas adalah sejarah inovasi. Setiap tantangan yang disajikan kepada industri mesin aero telah dipenuhi dengan kecerdikan dan para insinyur terus bekerja pada konsep yang inovatif untuk menemukan serangkaian tantangan yang dihadapi industri penerbangan dan pertama kali melihat pada motivasi dibalik mesin jet. Motivasi utama dibalik turbin gas adalah lebih cepat diatas udara, memungkinkan berpergian dan mengubah penerbangan menjadi salah satu kekuatan pendorong utama pada kemajuan, R. Sighn, G. Ameyugo dan F. Noppel (2007).

Eksperimen mesin pulse-jet katup yang dapat memberikan dukungan teoritis dan referensi eksperimental untuk pengembangan mesin, yang memberikan

dasar praktis untuk mempelajari karakteristik operasi dan peningkatan kinerja mesin *jet* kecil. Eksperimen mesin yang menggunakan udara sebagai pendorong utama yang didalamnya terdapat sistem bahan bakar, sistem pengumpulan uji, sistem pengapian, sistem uji TR-PIV yang telah dirancang dan dibangun untuk penelitian eksperimen. Karakteristik start-up mesin di port intake dan ruang bakar. Karakteristik mesin termasuk suhu dinding, konsentrasi pembakaran, suhu gas, dan tekanan diukur dengan sistem inframerah, Liu Min, Yu Ling dan Cai Wen-xiang (2016).

## **B. Dasar Teori**

*Jet engine* adalah suatu mesin thermal yang fluidanya berasal dari campuran udara dan bahan bakar yang di proses melalui pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Dalam *jet engine* energi kinetik dikonversikan menjadi energi mekanik melalui gas sisa pembakaran yang mengakibatkan turbin berputar sehingga menghasilkan daya (*trusht*). Proses konversi energi terjadi melalui tiga tahapan, yaitu *compression* (udara yang masuk melalui inlet kemudian dimampatkan oleh kompresor), *combustion* (campuran udara dan bahan bakar yang terjadi di dalam ruang bakar kemudian dipercikan api oleh igniter plug sehingga terjadi pembakaran), dan *ekspansi* yang terjadi secara *simultan* (gas sisa pembakaran yang keluar secara bersamaan dengan udara melalui (*exhaust*)). Komponen utama *jet engine* yang paling sederhana yaitu kompresor, ruang bakar, dan turbin seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Penampang Dalam *Jet Engine*  
 Sumber : R-Jet Engineering

Cara kerja dari *jet engine* itu sendiri yaitu pada saat *engine* melakukan *starting engine* udara yang berada pada atmosfer masuk kedalam kompresor melalui saluran masuk udara (*inlet*). Kemudian kompresor menghisap dan menaikkan tekanan udara tersebut (dimampatkan) sehingga temperatur udara juga meningkat. Udara yang telah dimampatkan tersebut masuk kedalam ruang bakar, di dalam ruang bakar disemprotkan bahan bakar melalui *nozzle* dan dipencikan api oleh *igniter plug* menyebabkan proses pembakaran terjadi. Proses pembakaran tersebut berlangsung dalam keadaan tekanan konstan sehingga dapat dikatakan ruang bakar hanya digunakan untuk menaikkan temperatur.

Gas hasil sisa pembakaran tersebut dialirkan menuju turbin gas melalui suatu nozel yang berfungsi untuk mengarahkan aliran gas tersebut ke sudu-sudu turbin agar gas sisa pembakaran tidak terbuang sia-sia. Daya yang dihasilkan oleh turbin gas tersebut digunakan untuk memutar kompresor dan memutar komponen lainnya seperti genertor listrik dan lain-lain. Setelah melewati turbin, gas sisa pembakaran tersebut akan dialirkan keluar atau dibuang keluar melalui saluran buang (*exhaust*) sehingga menghasilkan daya dorong (*trusht*).

Secara umum proses kerja yang terjadi pada sistem *jet engine* adalah sebagai berikut:

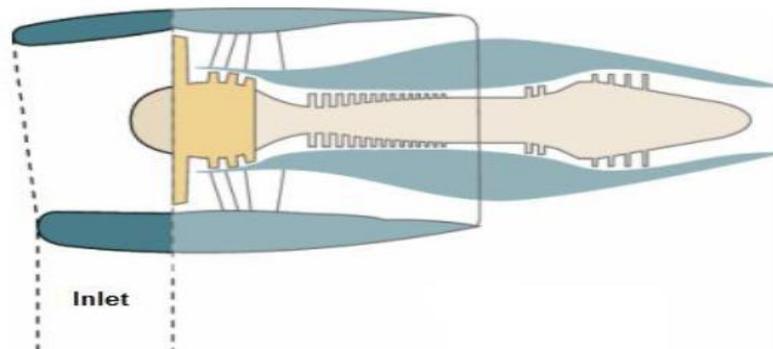
1. Pemampatan (*compression*) udara dihisap dan dimampatkan
2. Pembakaran (*combustion*) bahan bakar dicampurkan kedalam ruang bakar dengan udara kemudian di bakar
3. Pemuaian (*expansion*) gas hasil sisa pembakaran memuai dan mengalir keluar melalui nozel (*nozzle*)
4. Pembuangan (*exhaust*) gas hasil sisa pembakaran dikeluarkan melalui saluran pembuangan.

### C. Komponen *Jet Engine*

*Jet engine* memiliki komponen yang penting untuk memaksimalkan kinerja dari *jet engine* itu sendiri, seperti *inlet duck*, *compressor*, *combustion chamber*, *turbine*, dan *exhaust*.

#### 1. Inlet Duck

*Inlet duck* adalah komponen yang berada paling depan dari *engine* yang berfungsi sebagai jalur masuk udara. *Inlet duck* ini ditujukan agar mampu menghisap udara sebanyak mungkin dengan menghindari kehilangan energi yang disebabkan oleh *drag* dan *ram pressure*, udara yang masuk akan terfokuskan langsung menuju *compressor* untuk menghindari terjadinya *turbulance* dan meningkatkan efisiensi pembakaran. Dibawah ini adalah gambar dari *inlet duck*.



Gambar 2.2 Penampang Air Inlet Duct  
 Sumber : Aviationmiscmanual.tpub.com

## 2. Compressor

*Compressor* adalah bagian penting dalam *jet engine* dimana *compressor* berfungsi untuk menghisap udara yang masuk melalui *inlet duct* dan memampatkannya sehingga tekanan dan temperatur udara tersebut meningkat. Lokasi *compressor* berada di belakang *inlet duct* sehingga udara yang masuk akan langsung bertemu *compressor*. *Compressor* yang digunakan pada *jet engine* ada dua tipe, yaitu *centrifugal-flow* dan *axial-flow*.

### a. *Compressor* tipe *centrifugal-flow*

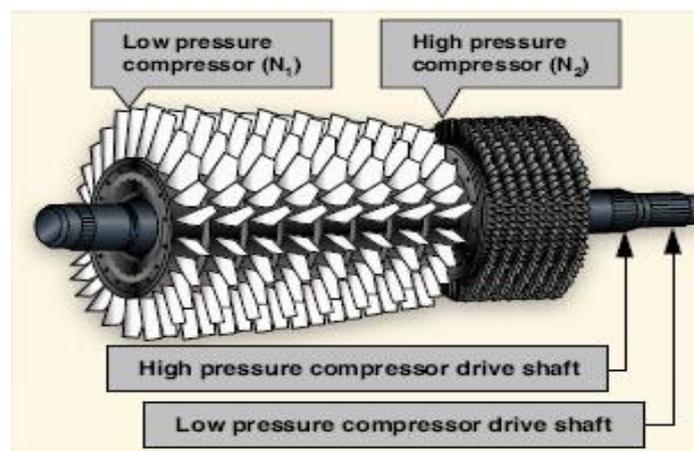
*Compressor* jenis ini mempunyai prinsip kerja dengan cara menghisap dan mengkompresikan udara menggunakan gaya sentrifugal. Sehingga udara tersebut akan masuk melalui saluran menuju ruang bakar.



Gambar 2.3 *Centrifugal-flow Compressor*  
 Sumber : *Airliners.net*

b. *Compressor tipe axial-flow*

*Compressor* jenis ini mempunyai prinsip kerja dengan cara menghisap dan langsung mengkompresikan udara, udara yang mengalir pada *compressor* jenis ini hampir lurus dengan sumbu *engine* (*axial*).



Gambar 2.4 *Axial-flow Compressor*  
 Sumber : *Aircraftengineering.wordpress.com*

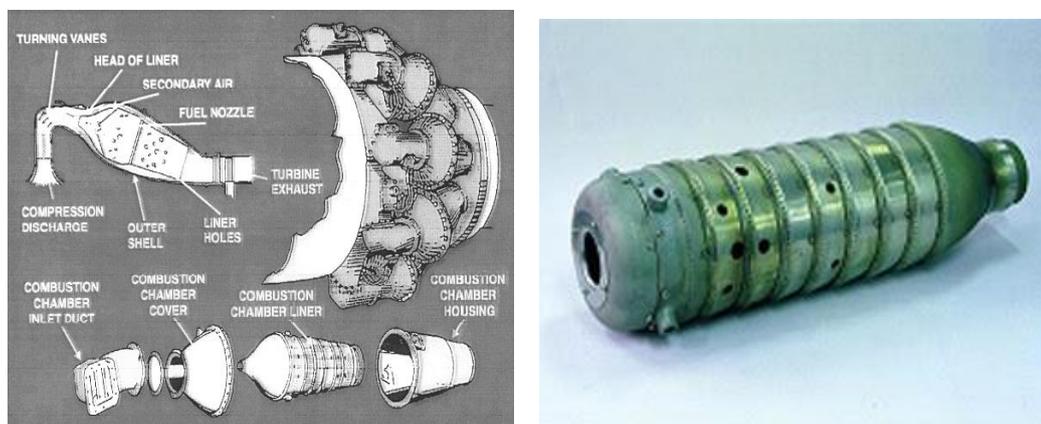
3. Ruang Bakar (*Combustion Chamber*)

Ruang bakar (*combustion chamber*) adalah bagian dari *jet engine* yang berfungsi sebagai tempat bercampurnya udara dan bahan bakar yang kemudian dibakar dalam sebuah ruangan. Energi yang dihasilkan dari proses pembakaran yang berupa gas tersebut akan digunakan untuk

memutar turbine gas. Lokasi dari *combustion chamber* berada di tengah-tengah antara *compressor* dan *turbin*. *Combustion chamber* yang digunakan pada *jet engine* ada tiga tipe, yaitu tipe *Can*, tipe *Can-Annular*, dan tipe *Annular*.

a. *Combustion chamber* tipe *Can*

Ruang bakar tipe ini terdiri dari ruang-ruang kecil yang disusun melingkar mengelilingi mesin dan udara dari kompresor, dibagi melalui ruang-ruang kecil ini untuk dikirim keruang pembakaran. Tiap ruang memiliki tabung pembakaran dalam (*inner flame tube*) dengan pipa saluran bahan bakar sendiri, dimana semua tabung saling berhubungan melalui saluran agar tabung-tabung tersebut bekerja pada tekanan yang sama. Dibawah ini adalah contoh gambar ruang bakar tipe *Can*.

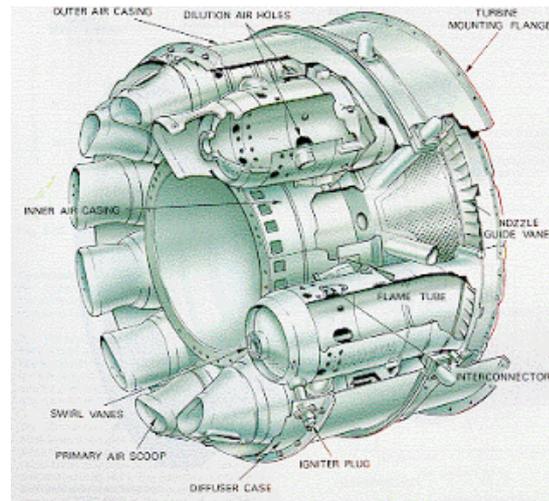


Gambar 2.5 Ruang Bakar tipe *Can*  
 Sumber : [Aircraftengineering.wordpress.com](http://Aircraftengineering.wordpress.com)

b. *Combustion chamber* tipe *Can-Annular*

Ruang bakar tipe ini merupakan kombinasi dari tipe *can* dan *annular*, dikembangkan lebih untuk mengatasi kekurangan-kekurangan pada dua tipe sebelumnya. Ruang bakar ini terdiri dari beberapa tabung

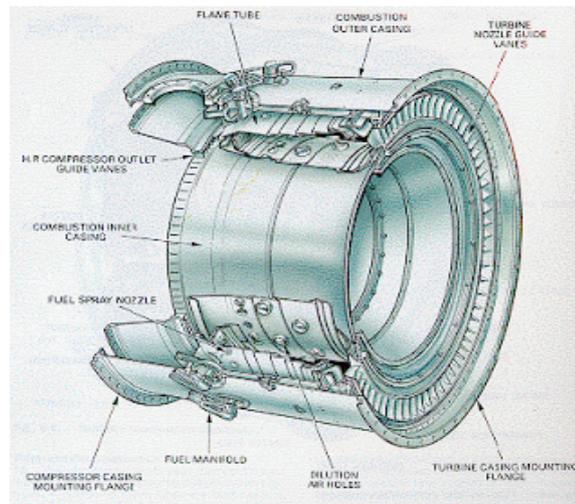
api kecil (*flames tubes*) yang menyemprotkan bahan bakar, dipasang menempel pada tabung *annular* utama. Aliran udara akan bergerak melalui ruang utama dan bergerak kearah tabung-tabung api untuk dicampurkan dengan bahan bakar kemudian dinyalakan.



Gambar 2.6 Ruang Bakar tipe *Can-Annular*  
Sumber : [Aeroengineering.co.id](http://Aeroengineering.co.id)

c. *Combustion chamber* tipe *Annular*

Ruang bakar tipe ini berbentuk tabung pembakaran konsentris tunggal yang menyelubungi ruang utama dan batang rotor, dimana semua proses pembakaran terjadi di ruang utama. Karena tipe ini menggunakan semua ruang yang tersedia untuk pembakaran, maka mempunyai loss tekanan lebih rendah sehingga diameter mesin menjadi lebih kecil dan lebih efisien.



Gambar 2.7 Ruang Bakar tipe Annular

Sumber : Aeroengineering.co.id

#### 4. Turbine

*Turbine* adalah bagian *jet engine* yang mempunyai fungsi untuk mengubah energi gas panas yang dihasilkan oleh pembakaran pada *combustion chamber* dan mengkonversikannya menjadi energi mekanik sehingga dapat memutar *turbine*, *compressor* dan *accessories*. *Turbine* juga memiliki fungsi memutar *fan*, *propeller*, dan *rotor blade*, konversi energi yang dihasilkan gas sisa pembakaran tersebut juga menghasilkan *trusht*. Lokasi *turbine* berada dibelakang *combustion chamber*.



Gambar 2.8 Blade Turbine

Sumber : Artikel-teknologi.com

## 5. *Exhaust*

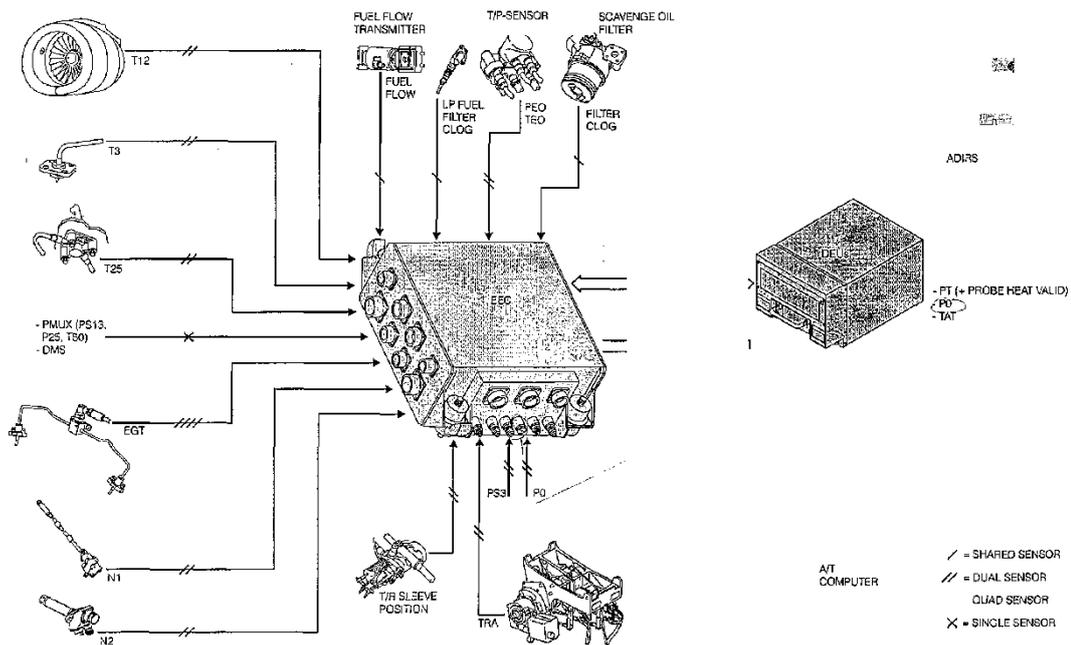
*Exhaust nozzle* berfungsi sebagai saluran pembuangan gas sisa pembakaran yang letaknya berada dibagian belakang *engine*, bagian ini untuk mengalirkan *gas turbine* yang bertekanan tinggi karena *exhaust nozzle* didesain dengan bentuk *convergent*, untuk mengubah tekanan tinggi menjadi kecepatan tinggi.



Gambar 2.9 *Exhaust Nozzle*  
Sumber : [Nandang-smart.blogspot.com](http://Nandang-smart.blogspot.com)

### D. Sistem Elektrikal *Jet Engine*

Sistem elektrikal pada *jet engine* merupakan sebuah rangkaian elektrikal yang dibuat untuk membantu menghidupkan mesin, mengontrol dan mempertahankan proses kerja mesin agar bekerja secara efisien. Untuk mengontrol sistem elektrikal, pada *jet engine* menggunakan *Electronic Engine Control (EEC)*. *Electronic engine control* adalah komponen elektronik pada sistem elektrikal yang berfungsi untuk mengendalikan dan mengontrol serangkaian komponen pada sistem elektrikal, seperti: pengapian dan sensor indikator.



## EEC DATA

Gambar 2.10 Komponen Elektrikal Jet Engine

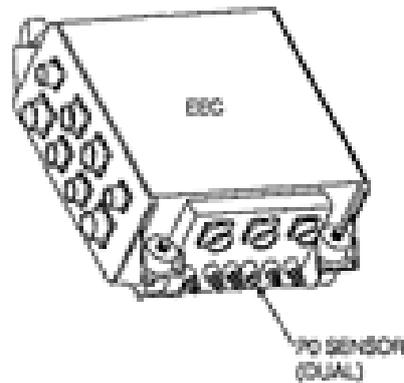
Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

Ket : T12 (*Fan Inlet Temperatur/FIT*)T25 (*High Pressure Compressor Inlet Temperature/CIT*)T3 (*High Pressure Compressor Discharge Temperature*)T49.5 (*Exhaust Gas Temperature/EGT*)P0 (*Ambient Air Static Pressure*)PS3 (*High Pressure Compressor Discharge Pressure/CDP*)N1 (*Speed Sensor LP*)N2 (*Speed Sensor HP*)

Sistem elektrikal *Jet engine* memiliki komponen-komponen sebagai berikut:

1. *Electronic Engine Control (EEC)*

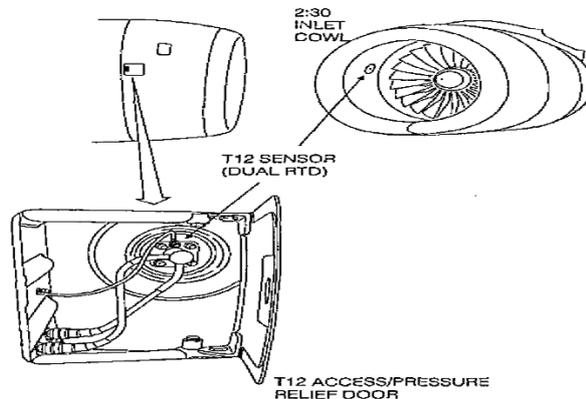
*Electronic engine control* adalah suatu alat yang bekerja untuk memerintah kapan komponen-komponen kelistrikan akan berkerja. *Electronic engine control* juga mengirimkan signal data kepada *Electronic Control Unit (ECU)* sebagai otak utama dalam menjalankan sistem kerja *engine*.



Gambar 2.11 *Electronic Engine Control*  
 Sumber : *Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG*

2. *Fan Inlet Temperature/FIT*

*Fan inlet temperature* adalah sensor yang berfungsi untuk mengetahui suhu udara yang masuk melalui *inlet*. Sensor ini akan bekerja apabila telah menerima signal/perintah dari *electronic engine control*. Apabila data yang diperlukan sudah didapat, sensor FIT akan mengirim kembali data tersebut menuju ke EEC.

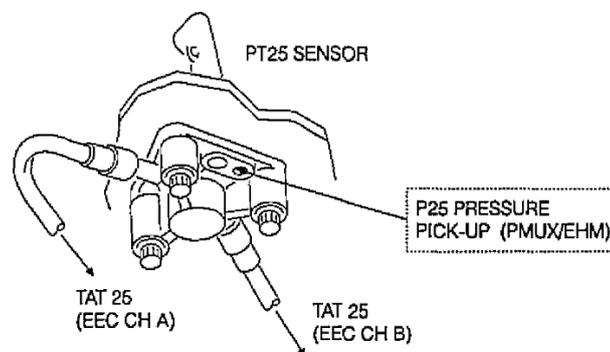


Gambar 2.12 Fan Inlet Temperature (FIT)

Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

### 3. High Pressure Compressor Inlet Temperature/CIT

*High pressure compressor inlet temperature* adalah sensor yang berfungsi untuk mengetahui suhu udara bertekanan yang ada didalam ruang inlet compressor. Sensor ini akan bekerja apabila telah menerima signal/perintah dari *electronic engine control*. Apabila data yang diperlukan sudah didapat, sensor CIT akan mengirim kembali data tersebut menuju ke EEC. Di dalam HPCIT terdapat dua sensor yang bekerja secara bergantian untuk memastikan data yang didapat oleh sensor benar-benar valid.

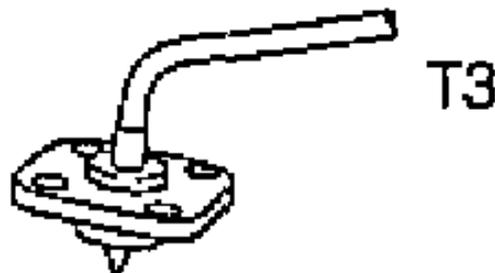


Gambar 2.13 High Pressure Compressor Inlet Temperature (CIT)

Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

#### 4. *High Pressure Compressor Discharge Temperature*

*High pressure compressor discharge temperature* adalah sensor yang berfungsi untuk mengetahui suhu udara bertekanan setelah melewati *bleed compressor*. Sensor ini akan bekerja apabila telah menerima signal/perintah dari *electronic engine control*. Apabila data yang diperlukan sudah didapat, sensor CDT akan mengirim kembali data tersebut menuju ke EEC. Di dalam HPCDT terdapat dua sensor yang bekerja secara bergantian untuk memastikan data yang didapat oleh sensor benar-benar valid.



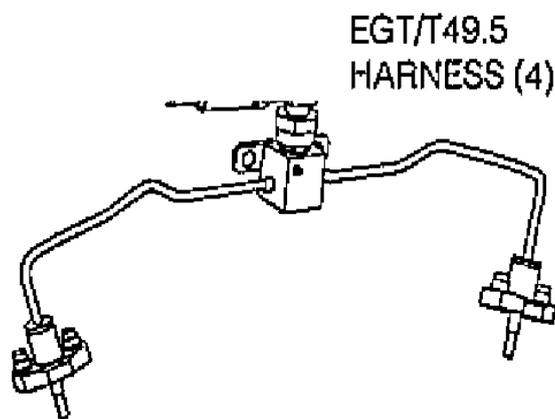
Gambar 2.14 High Pressure Compressor Discharge Temperature (CDT)

Sumber : *Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG*

#### 5. *Exhaust Gas Temperature/EGT*

*Exhaust gas temperature* adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu gas buang yang telah melewati turbin. Sensor ini akan bekerja apabila telah menerima signal/perintah dari *electronic engine control*. Apabila data yang diperlukan sudah didapat, sensor EGT akan mengirim kembali data tersebut menuju ke EEC. Di dalam EGT terdapat

dua sensor yang bekerja secara bergantian untuk memastikan data yang didapat oleh sensor benar-benar valid.

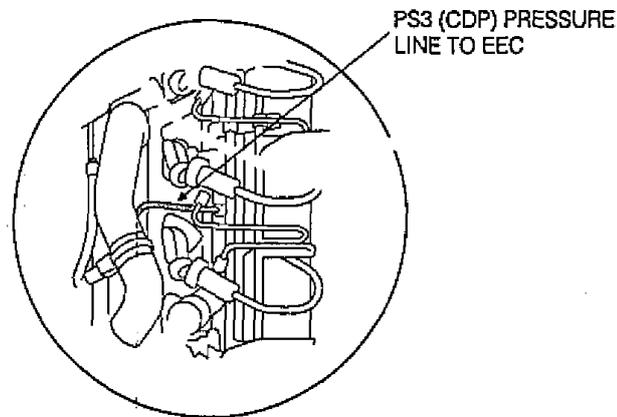


Gambar 2.15 Exhaust Gas Turbine (EGT)

Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

#### 6. High Pressure Compressor Discharge Pressure/CDP

*High pressure compressor discharge pressure* adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur tekanan udara yang telah melewati *bleed compressor*. Sensor ini akan bekerja apabila telah menerima signal/perintah dari *electronic engine control*. Apabila data yang diperlukan sudah didapat, sensor CDP akan mengirim kembali data tersebut menuju ke EEC. Di dalam HPCDP terdapat dua sensor yang bekerja secara bergantian untuk memastikan data yang didapat oleh sensor benar-benar valid.

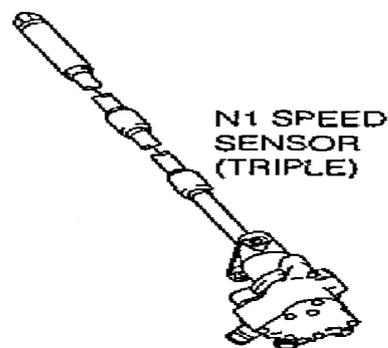


Gambar 2.16 High Pressure Compressor Discharge Pressure (CDP)

Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

#### 7. Speed Sensor Low Pressure

*Speed sensor low pressure* adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran bleeds pada *stage low pressure*. Sensor ini akan bekerja apabila telah menerima signal/perintah dari *electronic engine control*. Apabila data yang diperlukan sudah didapat, speed sensor akan mengirim kembali data tersebut menuju ke EEC. Di dalam speed sensor terdapat dua sensor yang bekerja secara bergantian untuk memastikan data yang didapat oleh sensor benar-benar valid.

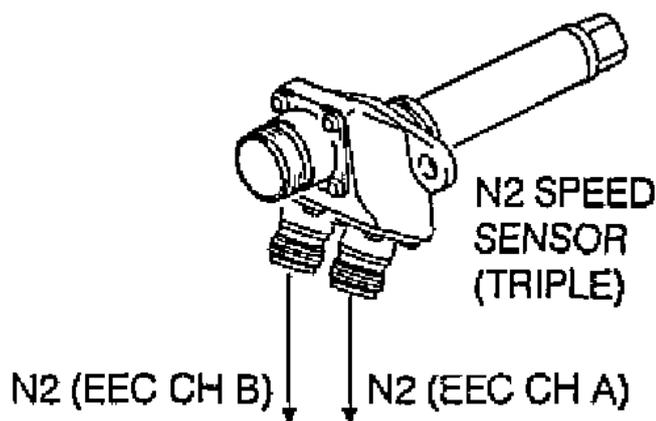


Gambar 2.17 N1 Speed Sensor Low Pressure

Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

### 8. *Speed Sensor High Pressure*

Speed sensor high pressure adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran *bleeds* pada *stage high pressure*. Sensor ini akan bekerja apabila telah menerima signal/perintah dari *electronic engine control*. Apabila data yang diperlukan sudah didapat, speed sensor akan mengirim kembali data tersebut menuju ke EEC. Di dalam speed sensor terdapat dua sensor yang bekerja secara bergantian untuk memastikan data yang didapat oleh sensor benar-benar valid.

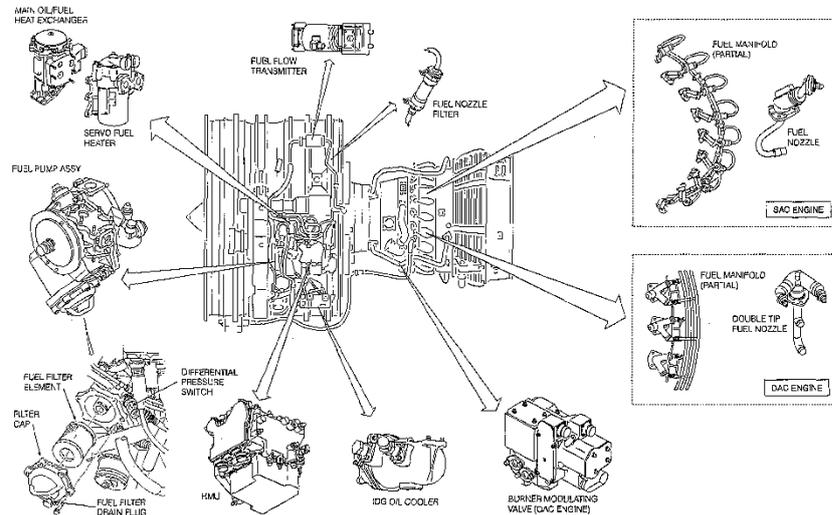


Gambar 2.18 N2 Speed Sensor High Pressure  
 Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

### E. Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar adalah sistem yang berfungsi untuk menyimpan bahan bakar secara aman, menyalurkan bahan bakar ke *engine* dan mengkabutkan bahan bakar bercampur dengan udara, yang mengatur aliran bahan bakar pada *jet engine* yaitu *fuel flow transmitter*. Fuel flow transmitter adalah sensor yang berfungsi untuk mengatur jalannya bahan bakar menuju nozel. Sensor ini akan bekerja apabila telah menerima signal/perintah dari *electronic engine control*. Apabila data yang

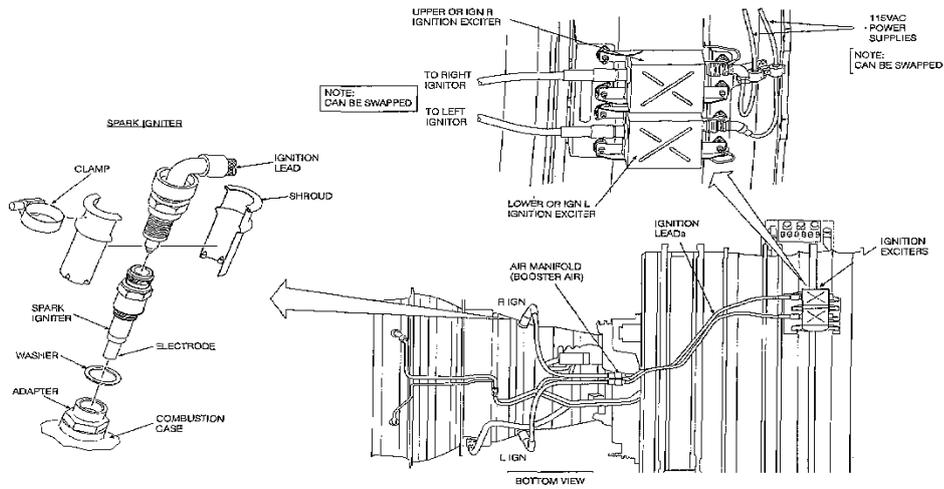
diperlukan sudah didapat, *fuel flow transmitter* akan mengirim kembali data tersebut menuju ke EEC.



Gambar 2.19 Komponen System Bahan Bakar  
 Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

## F. Sistem Pengapian

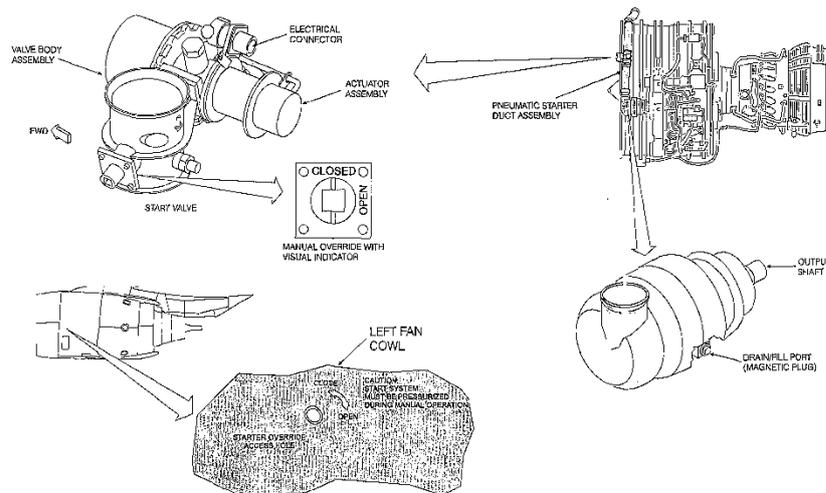
Sistem pengapian adalah rangkaian mekatronika yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik bertegangan tinggi, dengan input bertegangan rendah ke busi untuk dikonversi menjadi percikan api. Prinsip yang digunakan pada sistem pengapian adalah perubahan energi dari energi listrik menjadi percikan api. Sistem pengapian berfungsi untuk memercikan api guna membakar campuran udara dan bahan bakar yang berada di dalam ruang bakar. Sistem pengapian pada *jet engine* menggunakan *igniter plug* yang dikontrol langsung dari *Electronic Control Unit* (ECU), Igniter plug akan bekerja apabila sudah menerima signal/perintah dari EEC.



Gambar 2.20 Komponen Pengapian  
 Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

**G. Sistem Starter**

Sistem starter adalah bagian dari sistem pada *engine* untuk memberikan putaran awal bagi *engine* agar dapat menjalankan siklus kerjanya dengan meniupkan udara bertekanan kedalam turbin. Pada pesawat menggunakan sistem starter pneumatik yang dihasilkan dari *ground turbine compressor* (GTC) atau *auxiliary power unit* (APU).



Gambar 2.21 Komponen Starter  
 Sumber : Aircraft Maintenance Manual/AMM Boeing 737 NG

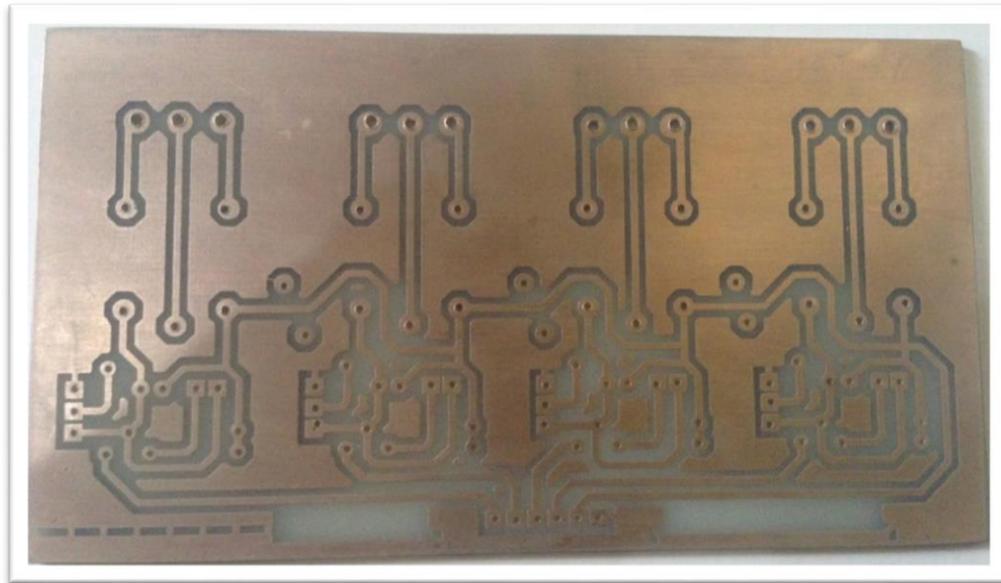
## H. Komponen Elektronika Prototipe Mini Jet engine

Komponen elektronika adalah elemen terkecil dalam suatu rangkaian elektronika. Dalam rangkaian elektronika pada umumnya terdiri dari komponen aktif dan komponen pasif. Setiap komponen elektronika dibuat dengan nilai dan fungsi yang berbeda berdasarkan produsen pembuat komponen elektronika tersebut. Berikut ini adalah komponen elektronika yang digunakan dalam pembuatan sistem elektrikal protorype mini jet engine.

### 1. PCB ( *Printed Circuit Board* )

*Printed Circuit Board* disingkat PCB adalah sebuah papan komponen-komponen elektronika yang tersusun membentuk rangkaian elektronik atau tempat rangkaian yang menghubungkan komponen elektronik yang satu dengan lainnya tanpa menggunakan kabel. Ada tiga tipe PCB yang sering digunakan yaitu *single side*, *double side* dan multi layer.

Single side artinya papan PCB tersebut hanya mempunyai satu sisi dilapisi oleh lempeng tembaga. Double side artinya papan PCB tersebut mempunyai dua sisi yang dilapisi oleh lempeng tembaga dan lapisan fiber-nya ada diantara dua lapisan tembaga tersebut, sehingga dapat membuat jalur di layer atas maupun layer bawah. Multi layer terdiri dari beberapa lapis tembaga yang bersifat konduktor yang disusun secara bergantian. Pada tugas akhir ini menggunakan PCB tipe *single side*.



Gambar 2.22 PCB (*Printed Circuit Board*)

Komponen-komponen yang melengkapi PCB terdiri dari :

## 2. Resistor

Resistor atau disebut juga dengan hambatan adalah komponen elektronika pasif yang berfungsi untuk menghambat dan mengatur arus listrik dalam suatu rangkaian elektronika. Satuan nilai resistor atau hambatan adalah Ohm ( $\Omega$ ). Nilai resistor biasanya diwakili dengan kode angka ataupun gelang warna yang terdapat di badan resistor. Hambatan resistor sering disebut juga dengan resistansi atau *Resistance*.

Fungsi resistor adalah sebagai pengatur dalam membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Dengan adanya resistor menyebabkan arus listrik dapat disalurkan sesuai dengan kebutuhan. Yang digunakan dalam rangkaian pada PCB yaitu menggunakan resistor 330 Ohm( $\Omega$ ).



Gambar 2.23 Resistor 330 Ohm( $\Omega$ )

### 3. Kapasitor

Kapasitor atau disebut juga dengan kondensator adalah komponen elektronika pasif yang dapat menyimpan energi atau muatan listrik dalam sementara waktu. Fungsi kapasitor (kondensator) diantaranya adalah dapat memilih gelombang radio pada rangkaian Tuner, sebagai perata arus pada *rectifier* dan juga sebagai Filter di dalam Rangkaian *Power Supply* (Catu Daya). Satuan nilai untuk kapasitor (kondensator) adalah farad (F).

Jenis kapasitor yang digunakan dalam rangkaian pada PCB yaitu menggunakan kapasitor jenis elektrolit (ELCO). Kapasitor ini memiliki nilai tetap tetapi memiliki polaritas positif dan negatif, kapasitor elektrolit mempunyai dielektrik berupa oksida aluminium, elektroda positif terbuat dari bahan logam, seperti aluminium dan tantalum, sedangkan elektroda negatif terbuat dari bahan elektrolit, bahan dielektrik digunakan untuk melapisi elektroda negatif, tebal lapisan oksida sekitar 0,0001 mm. Dibawah ini contoh gambar kapasitor elektrolit dengan tegangan 25v 1000uF.



Gambar 2.24 Kapasitor 25v 1000uF

#### 4. Dioda

Dioda adalah komponen elektronika aktif yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah sebaliknya dan untuk stabilisator tegangan. Diode terdiri dari 2 Elektroda yaitu anoda dan katoda. Komponen ini memberikan resistansi yang sangat rendah terhadap aliran arus pada satu arah dan resistansi yang sangat tinggi pada arah yang berlawanan. Karakteristik ini memungkinkan dioda digunakan dalam aplikasi-aplikasi yang menuntut rangkaian untuk memberikan tanggapan yang berbeda sesuai dengan arah arus yang mengalir didalamnya.



Gambar 2.25 Dioda

## 5. Transistor

Transistor terbuat dari bahan germanium dan silicon . Komponen yang satu ini merupakan komponen dasar dari sebuah mikroprosesornya computer. Dalam satu mikroprosesor bisa terdapat jutaan bahkan milyaran transistor . Semakin banyak jumlah transistornya semakin cepat aksesnya. Transistor terbuat dari germanium dan silicon.

Transistor memiliki dua jenis yaitu Transistor Bipolar dan Transistor Unipolar. Transistor Bipolar adalah adalah transistor yang memiliki dua persambungan kutub . Transistor merupakan komponen dengan 3 kaki, berbeda dengan resistor ataupun kapasitor yang hanya memiliki 2 kaki. Setiap kaki mempunyai nama sendiri-sendiri ada emitter(E), collector(C), basis(B).

Fungsi dari masing – masing elektroda (kaki) yaitu :

- Emitter : membangkitkan electron di dalam transistor
- Collector : menarik / menyalurkan electron – electron keluar dari transistor
- Basis : mengendalikan / mengatur aliran electron dari emitter ke collector

Dan memasangnya jangan sampai salah, karena akan merusak rangkaian. Transistor bipolar ada 2 macam ada yang bertipe NPN dan PNP. Perbedaannya terletak pada kombinasi bahannya dan gambarnya :

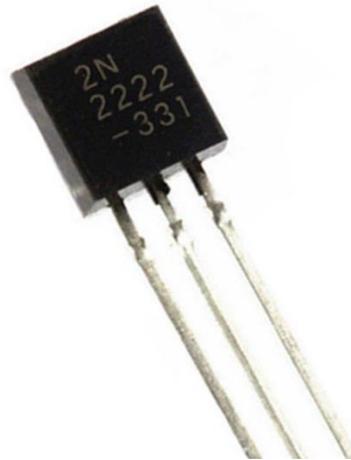
- NPN : tanda panah arah keluar
- PNP : tanda panah arah ke dalam

Transistor PNP Emitter di hubungkan dengan kutub positif baterai dan collector di hubungkan dengan kutub negative baterai . Sedangkan pada transistor NPN , Emitter di hubungkan ke kutub negative baterai dan collector di hubungkan dengan kutub positif. Karena transistor mempunyai 3 kaki maka untuk mengetahui kaki-kainya diperlukan teknik khusus atau bisa juga melihat datasheet yang dikeluarkan pabrik pembuatnya.

Transistor Unipolar adalah adalah transistor yang memiliki satu buah persambungan kutub. Fungsi transistor yaitu:

- a) Sebagai penguat amplifier.
- b) Sebagai pemutus dan penyambung (switching).
- c) Sebagai pengatur stabilitas tegangan.
- d) Sebagai peratas arus.
- e) Dapat menahan sebagian arus yang mengalir.
- f) Memperkuat arus dalam rangkaian.
- g) Sebagai pembangkit frekuensi rendah ataupun tinggi

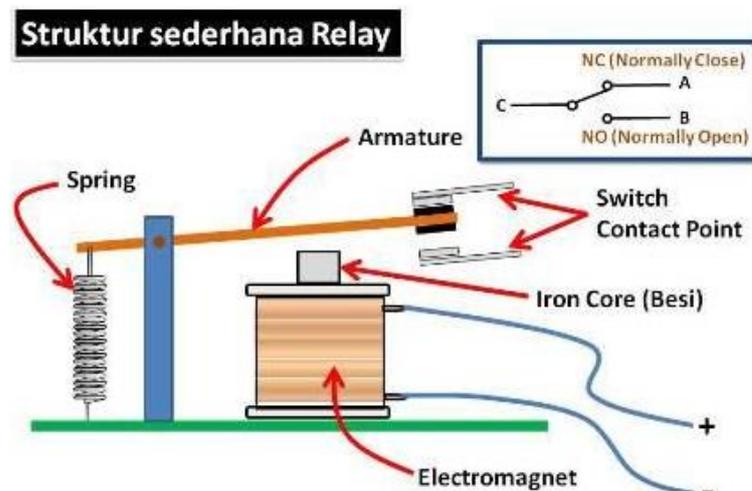
Jenis transistor yang digunakan dalam rangkaian mikrokontroler pada tugas akhir ini yaitu transistor bipolar. Dibawah ini adalah contoh gambar transistor bipolar yang digunakan.



Gambar 2.26 Transistor Bipolar (NPN)

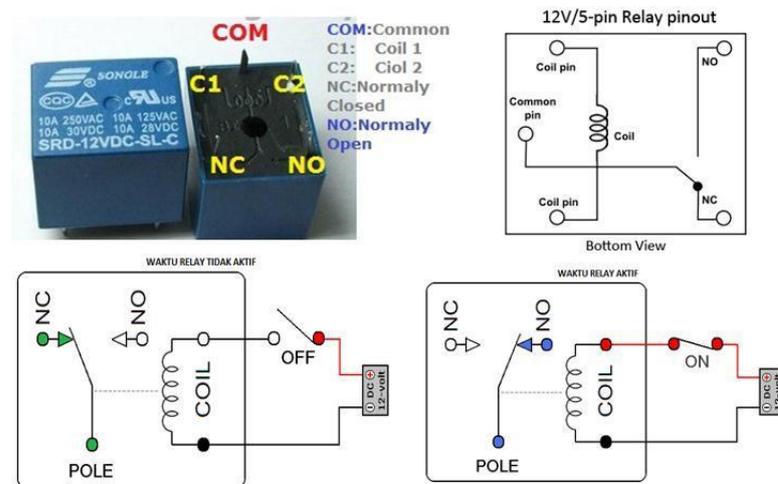
## 6. Relay

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/Switch). Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Pada sebuah relay terdapat 4 bagian penting yaitu electromagnet (coil), Armature, Switch Contact Point (saklar) dan spring. Berikut gambar sederhana relay :



Gambar 2.27 Struktur Sederhana Relay

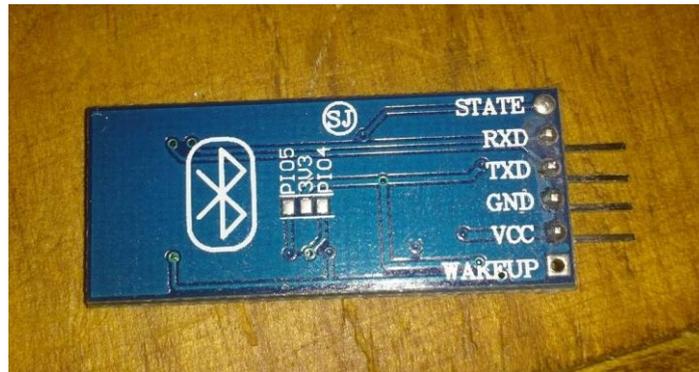
Berdasarkan gambar yang ada diatas, iron core (besi) yang dililitkan oleh kumparan coil berfungsi untuk mengendalikan iron core tersebut. Ketika kumparan coil di berikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet sehingga akan menarik Armature berpindah posisi yang awalnya NC(tertutup) ke posisi NO(terbuka) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi NO. Posisi Armature yang tadinya dalam kondisi CLOSE akan menjadi OPEN atau terhubung. Armature akan kembali keposisi CLOSE saat tidak dialiri arus listrik. Coil yang digunakan untuk menarik Contact Point ke posisi CLOSE umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil. Relay yang digunakan pada rangkaian PCB yaitu relay 5 kaki yang memiliki 2 output yang memungkinkan suatu rangkaian dengan beban ganda dapat dijalankan dengan satu relay.



Gambar 2.28 Relay 5 Kaki

### 7. Module Bluetooth

Module Bluetooth merupakan suatu perangkat yang berfungsi sebagai media penghubung antara smart phone android dengan mikrokontroller yang sudah tertanam modul Bluetooth. HC-06 adalah sebuah modul Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial wireless (nirkabel) yang mengkonversi port serial ke Bluetooth. HC-06 menggunakan modulasi bluetooth V2.0 + EDR (Enhanced Data Rate) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. Modul ini dapat digunakan sebagai *slave* (penerima) maupun *master* (pengirim). Pada modul bluetooth memiliki 4 pin yaitu VCC (sumber tegangan 5v), GND (ground), TXD (mengirim data), RXD (menerima data).



Gambar 2.29 *Module Bluetooth HC-06*