

2. DASAR TEORI

2.1 Pengertian Sistem Pengabutan Bahan Bakar Bensin

Pengabutan bahan bakar adalah proses memecahkan molekul-molekul bahan bakar melalui sebuah alat pengabutan. Alat pengabutan bahan bakar merupakan komponen yang digunakan dalam mesin pembakaran internal untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin (Nugroho et al., 2018). Tujuan dilakukannya pengabutan yaitu untuk mencampurkan bahan bakar dengan udara dalam proporsi yang tepat agar terjadi pembakaran yang efisien dan menghasilkan tenaga. Sistem pengabutan kendaraan merupakan suatu hal yang penting hal tersebut dikarenakan, jika tidak ada sistem pengabutan maka mesin tidak mendapat suplai bahan bakar yang sempurna. Oleh karena itu, alat pengabutan bahan bakar pada kendaraan merupakan alat yang vital pada mesin kendaraan berbahan bakar bensin. Pada sistem pengabutan kendaraan terdapat dua jenis yaitu sistem karburator yang terdapat pada kendaraan-kendaraan konvensional lalu ada sistem *fuel injection* yang digunakan pada kendaraan modern.

2.1.1 Pengertian dan Sejarah Singkat Karburator

Sistem karburator pertama kali diciptakan oleh Karl Benz pada tahun 1885 dan dipatenkan pada tahun 1886. Kemudian pada tahun 1893 insinyur kebangsaan Hungaria bernama Janos Csonka dan Donat Banki juga mendesain alat serupa (*Karburator*, n.d.). Karburator merupakan sebuah alat mekanis yang digunakan dalam sistem pembakaran internal pada mesin-mesin pembakaran dalam, seperti pada kendaraan bermotor. Karburator bekerja dengan prinsip Venturi, yang menggunakan perbedaan tekanan untuk mengatur aliran udara dan bahan bakar ke dalam mesin. Ketika udara mengalir melalui saluran karburator yang menyempit (venturi), tekanan udara menurun, dan ini menyebabkan bahan bakar disedot ke dalam saluran udara melalui jet-jet kecil. Campuran udara dan bahan bakar ini kemudian masuk ke ruang bakar mesin untuk pembakaran. Meskipun saat ini sistem injeksi bahan bakar telah menjadi lebih umum digunakan dalam kendaraan modern, karburator masih digunakan dalam beberapa mesin lawas atau pada sepeda motor kecil.

2.1.2 Pengertian dan Sejarah Singkat *Fuel Injection*

Sistem *fuel injection* kini telah berkembang dan populer di era kendaraan modern dan sudah menjadi hal yang umum pada kendaraan zaman sekarang. Pada tahun 1922 hingga 1927 Robert Bosch berhasil membuat pompa injeksi diesel putaran tinggi. Pada mulanya pompa injeksi motor bensin dilakukan uji coba dengan cara bensin langsung disemprotkan ke ruang bakar dan kesulitannya pada saat mesin dingin, karena bensin susah menguap pada temperatur rendah yang berakibat bensin mengalir ke ruang poros engkol dan bercampur dengan oli, apabila mesin sudah panas maka masalah ini akan hilang (Wardana, 2022). Pada zaman sekarang *fuel injection* jauh lebih populer dan hampir seluruh kendaraan seperti mobil dan motor telah menggunakan teknologi *fuel injection*. Sistem *fuel injection* itu sendiri adalah sebuah sistem pengiriman bahan bakar yang lebih modern dan efisien dibandingkan dengan karburator dalam mesin pembakaran dalam (Hazwi et al., 2016). Pada sistem *fuel injection*, bahan bakar (seperti bensin atau diesel) disemprotkan langsung ke dalam ruang bakar mesin dengan menggunakan tekanan yang dikontrol secara elektronik. Prinsip kerja sistem *fuel injection* melibatkan penggunaan injektor bahan bakar yang terhubung dengan pompa bahan bakar. Pompa bahan bakar memberikan tekanan yang tinggi untuk mendorong bahan bakar melalui injektor ke dalam ruang bakar mesin. Setiap silinder mesin umumnya memiliki satu atau lebih injektor, yang dikendalikan oleh unit kendali mesin (ECU) yang mengatur waktu, durasi, dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan. Sistem *fuel injection* juga memungkinkan adanya fitur-fitur seperti pengaturan waktu pengapian yang variabel, kontrol penambahan bahan bakar saat akselerasi, dan penyesuaian otomatis terhadap perubahan kondisi mesin. Selain itu, sistem ini juga dapat mendeteksi dan memberikan informasi mengenai masalah-masalah dalam sistem bahan bakar atau mesin melalui kode kesalahan yang tersimpan dalam ECU.

Secara umum, penggunaan sistem *fuel injection* telah menjadi standar dalam kendaraan bermotor modern, baik itu mobil, truk, maupun sepeda motor. Keunggulannya dalam hal Efisiensi dan performa membuatnya menjadi alternatif yang lebih baik daripada karburator.

2.2 Klasifikasi Metode

Metode yang digunakan dalam menerapkan proses restorasi dan konversi dari sistem karburator ke sistem *fuel injection* pada Honda C70 yaitu dengan cara melakukan instalasi suku cadang atau komponen dari kendaraan lain. Setelah itu, dilakukan pengaturan rasio bahan bakar

dan udara yang masuk agar pembakaran menjadi lebih sempurna. Proses konversi juga akan dilakukan pengujian pada emisi gas buang sebelum dan sesudah menggunakan *fuel injection*.

2.2.1 Instalasi Komponen dari Sepeda Motor Lain

Komponen dan suku cadang untuk konversi dari karburator menjadi *fuel injection* menggunakan komponen yang berasal dari kendaraan lain. Akan tetapi tidak semua menggunakan komponen dalam kondisi yang baru, hal tersebut dilakukan untuk menekan biaya pengeluaran dan penghematan waktu selama proses pengerjaan. Kendaraan lain yang akan digunakan untuk instalasi komponen *fuel injection* adalah kendaraan Honda Beat FI K25A. Walaupun penggunaan perangkat *fuel injection* ini tidak *plug and play* atau hanya sekedar menancapkan komponen baru ke Honda C70 namun, pada proses instalasi ini tetap akan dilakukan modifikasi dan pembuatan beberapa *bracket* yang sebelumnya tidak ada untuk perangkat *fuel injection* dari Honda Beat FI K25A.

Proses instalasi ini akan memerlukan suku cadang seperti *throttle body*, *fuel pump*, *CDI*, *Accu* 12 volt, dan sensor CO2 pada knalpot. Selain suku cadang di atas, juga diperlukan modifikasi seperti pembuatan *bracket* untuk *fuel pump* pada tangki asli Honda C70. Proses instalasi juga dilengkapi dengan menggulung ulang spul pada Honda C70, pengapian platina juga akan diubah menjadi CDI, dilakukan *wiring* ulang pada kabel bodi, dan dilakukan pelubangan pada header knalpot untuk meletakkan sensor CO2. Selain dari komponen pengabutan bahan bakar, juga menggunakan suku cadang asli dari Honda C70. Beberapa suku cadang akan diperbarui jika masih layak pakai akan dilakukan reparasi pada bagian tertentu seperti, melakukan pengecatan, pengelasan pada beberapa titik keropos. Jika suku cadang sudah tidak layak pakai maka, akan dilakukan penggantian menggunakan komponen yang baru yang sesuai peruntukannya Honda C70.

Konversi yang dilakukan pada Honda C70 bertujuan agar kendaraan menjadi layak jalan. Teknologi terbaru yang digunakan pada proses pengabutan bahan bakar yaitu *fuel injection* yang akan dikontrol oleh ECU. Untuk *fuel pump* perlu sedikit memodifikasi dengan membuat lubang pada bagian bawah tangki, pada bibir lubang juga akan diberikan ring bekas filter solar dan dilengkapi dengan mengelas dudukan baut untuk pemasangan *fuel pump* pada Honda C70 ini.

2.2.2 Uji Emisi Gas Buang

Uji emisi gas buang dilakukan untuk melakukan pengukuran pada kadar emisi gas buang yang dihasilkan (Ferdnian, 2016). Uji emisi gas buang akan dilakukan baik saat masih

menggunakan sistem pengabutan karburator maupun setelah dilakukan konversi menggunakan sistem FI (Fuel Injection). Kemudian, hasil dari pengujian emisi gas buang tersebut akan dilakukan perbandingan untuk mengetahui perbedaan dan perbandingan kadar emisi gas buang sebelum dan sesudah dilakukan konversi dari sistem karburator ke sistem FI. Metode yang dilakukan untuk mengukur kadar emisi gas buang yaitu menggunakan alat penguji yang dimasukkan ke knalpot kendaraan yang akan dilakukan di Kometra selaku fasilitas bengkel di Universitas Kristen Petra bagi mahasiswa teknik otomotif. Pengujian dilakukan setelah mengkalibrasi ulang pada ECU untuk menyesuaikan pada kendaraan dan pengujian emisi gas buang dilakukan dua kali yaitu saat sebelum dilakukan konversi ke sistem FI dan sesudah dikonversi ke sistem FI.

Penggunaan bahan bakar untuk kendaraan bermotor dapat mengemisikan zat-zat pencemar seperti CO, NO_x, SO_x, debu, hidrokarbon juga timbal (Ismiyati et al., 2014). Data yang diambil dari pengujian ini berupa jumlah kandungan setiap gas yang terkandung pada emisi gas buang yang dihasilkan dalam satuan % seperti CO (Carbon Monoxide), CO₂ (Carbon Dioxide), O₂ (Oxygen), dan HC (Hidrocarbon) yang dinyatakan dalam satuan ppm. Kemudian untuk lambda (λ) yang merupakan nilai perbandingan campuran udara dengan bahan bakar atau dapat dikenal sebagai AFR (Air Fuel Ratio) dan dinyatakan tanpa satuan. Selanjutnya dilakukan perbandingan dari data emisi gas buang yang diperoleh dari pengujian sebelum dilakukan modifikasi dan sesudah dilakukan modifikasi tersebut. Apabila saat dilakukan uji emisi gas buang yang dihasilkan dari mesin setelah dilakukan konversi dari sistem karburator ke sistem *Fuel Injection* menunjukkan emisi gas buang yang lebih baik seperti misalnya kandungan HC dan CO yang lebih rendah dan nilai lambda (λ) yang mendekati satu, maka modifikasi system injeksi pada Honda C70 telah berhasil membuat emisi gas buang yang dihasilkan lebih ramah lingkungan.

Dalam mengukur hasil dari pengujian emisi gas buang, pedoman yang akan digunakan yaitu berdasarkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 tentang Penerapan Baku Mutu Emisi Kendaraan Bermotor Kategori N, Kategori O, dan Kategori L. Adapun kategori yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu Kategori L yang merupakan kendaraan yang berpengerak penyalan cetus api (bensin) pada kondisi diam (*Idle*) (PERMEN LHK, 2023).

Tabel 2. 1

Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Kategori L

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		Karbon Monoksida (CO)	Hidrokarbon (HC)	
berpenggerak penyalaaan cetus api (bensin)				
Sepeda Motor 2 langkah	< 2010	4,5%	6000 ppm	Kondisi diam (<i>Idle</i>)
Sepeda motor 4 langkah		5,5%	2200 ppm	
Sepeda motor	2010 – 2016	4%	1800 ppm	
	>2016	3%	1000 ppm	

Sumber : PERMEN LHK, (2023)

2.2.3 Dyno Test

Dyno Test atau pengujian dinamometer merupakan metode untuk mengukur performa mesin kendaraan, baik mobil maupun sepeda motor. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut *dynamometer (dyno)* yang mampu menyimulasikan kondisi jalan raya. Adapun manfaat dari *Dyno Test* yaitu mengetahui performa mesin dengan cara mengukur tenaga (*power*), torsi, dan kecepatan maksimum kendaraan (Zainuri et al., 2022). Pengujian *Dyno* juga berguna untuk melihat efek modifikasi pada performa mesin, seperti pemasangan knalpot racing atau perubahan ECU. *Dyno Test* dapat membantu mekanik mendiagnosis masalah pada mesin, seperti penurunan performa atau akselerasi yang lambat.

2.2.4 Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

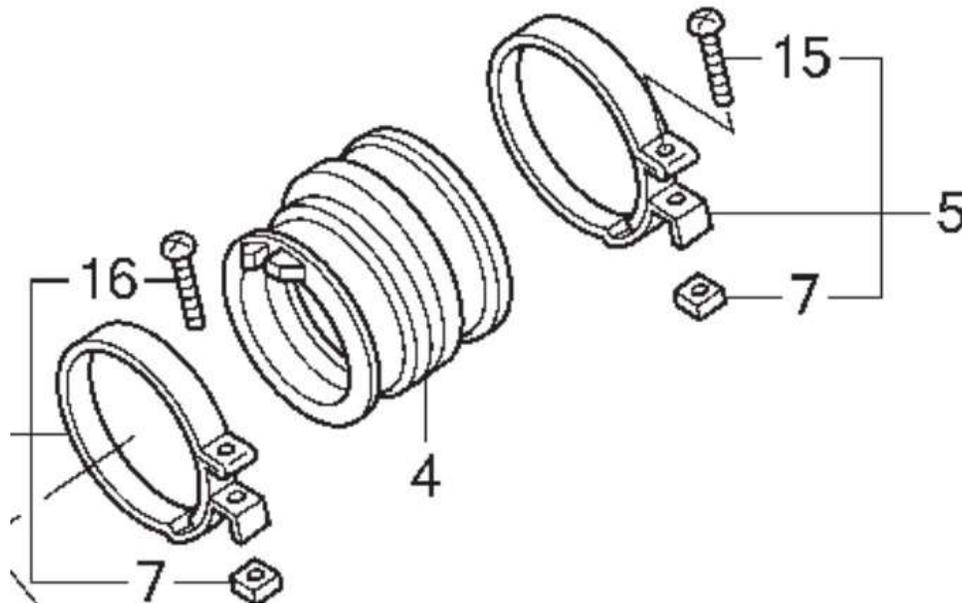
Pengujian konsumsi bahan bakar adalah suatu proses untuk mengukur jumlah bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan untuk menempuh jarak tertentu. Pengujian ini dapat dilakukan dengan berbagai metode, dan hasilnya dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti membandingkan efisiensi bahan bakar antara kendaraan yang berbeda, mengevaluasi efek dari perubahan pada kendaraan, seperti modifikasi mesin atau penggunaan bahan bakar alternatif, dan membantu pengemudi untuk menghemat bahan bakar. Data konsumsi bahan bakar merupakan salah satu data yang dibutuhkan dalam dunia otomotif, hal tersebut dikarenakan

hasil dari pengujian konsumsi bahan bakar merupakan salah satu indikator dari performa suatu kendaraan untuk mengetahui keberhasilan kualitas dari sebuah kendaraan tersebut (Sari & Utama, 2021).

2.3 Komponen Penyusun Sistem Injeksi

1. *Intake Manifold*

Intake manifold berfungsi untuk menyalurkan campuran udara dari *throttle body* dan bensin dari *injector* ke ruang bakar. Komponen ini juga memiliki fungsi untuk membuat campuran bahan bakar dan udara lebih baik, karena terkumpul dalam sebuah ruangan terlebih dahulu dan terjadi turbulensi udara di sana. *Intake manifold* dapat juga berfungsi untuk mengatur aliran dan volume udara yang akan masuk ke ruang bakar. Secara tidak langsung *intake manifold* memiliki peranan dalam menyempurnakan hasil pengabutan bahan bakar pada sepeda motor dengan system *Fuel Injection*.



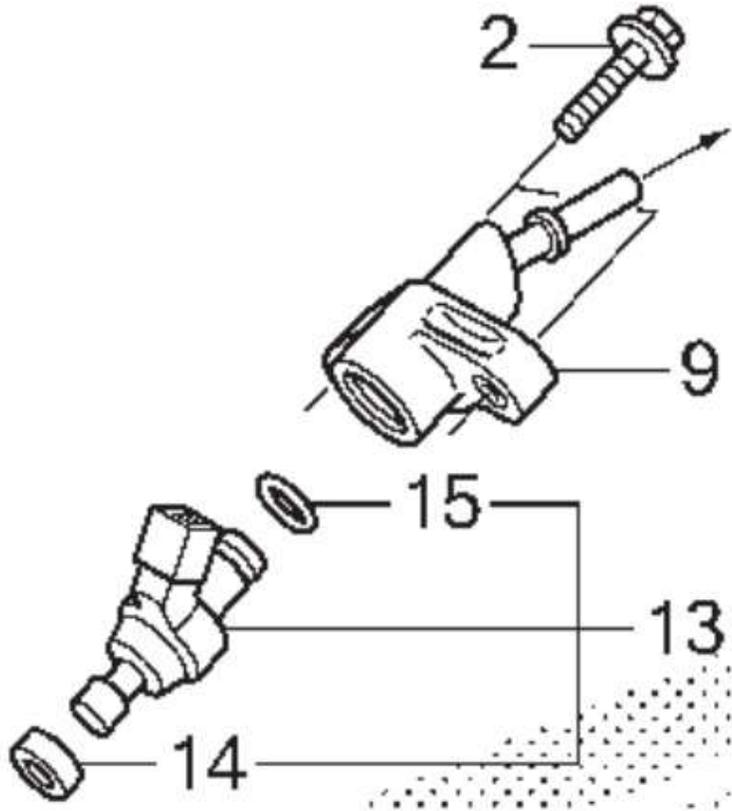
Gambar 2. 1 *Intake Manifold* Honda CBR K45A

Sumber : PT Honda Cengkareng Motor, 2013

2. *Fuel Injector*

Fuel Injector merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke *intake manifold*. Komponen ini memiliki fungsi untuk membentuk kabut bahan bakar dalam sistem pengabutan bakar FI. Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya lubang

pada *nozzle injector*. Semakin banyak jumlah lubang yang ada dalam *injector* maka kabut yang dihasilkan dari penyemprotan bahan bakar semakin berkabut juga. Apabila kabut yang dihasilkan semakin banyak pembakaran yang dihasilkan akan jauh lebih sempurna dan efisien.

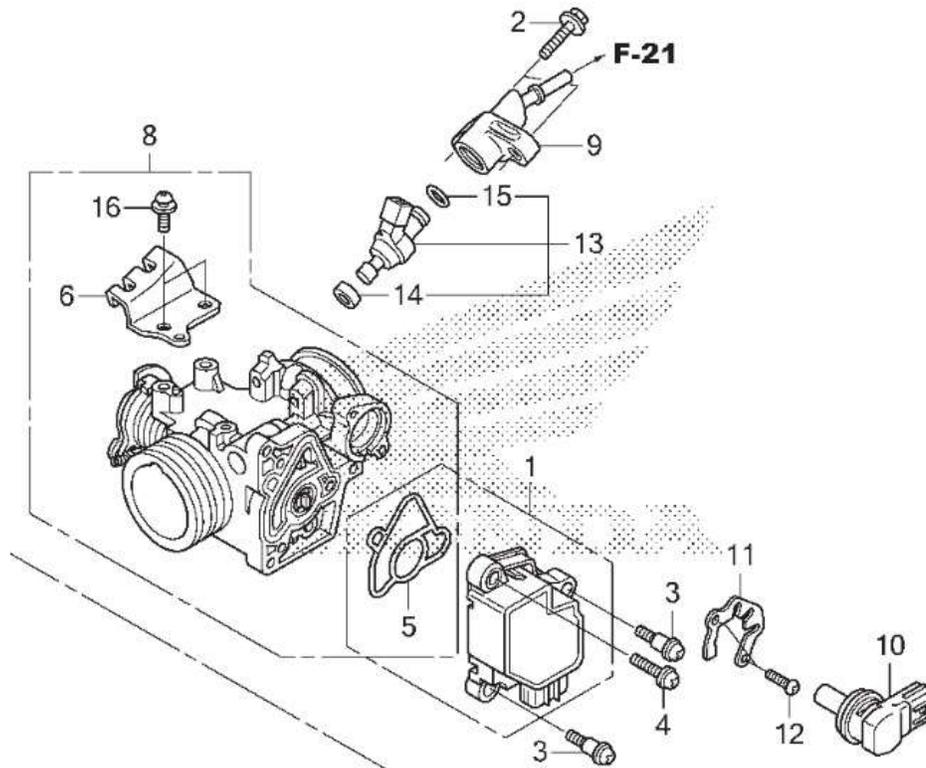


Gambar 2. 2 *Fuel Injector* Honda CBR K45A

Sumber : PT Honda Cengkareng Motor, 2013

3. *Throttle Body*

Throttle body merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menyalurkan dan mengatur jumlah masuknya udara ke *intake manifold*. Komponen ini juga berfungsi untuk menjaga stasioner kendaraan tetap stabil. Selain itu juga, di *throttle body* terdapat sensor TPS (*Throttle Position Sensor*) untuk menyempurnakan kerja dari sistem FI pada kendaraan.

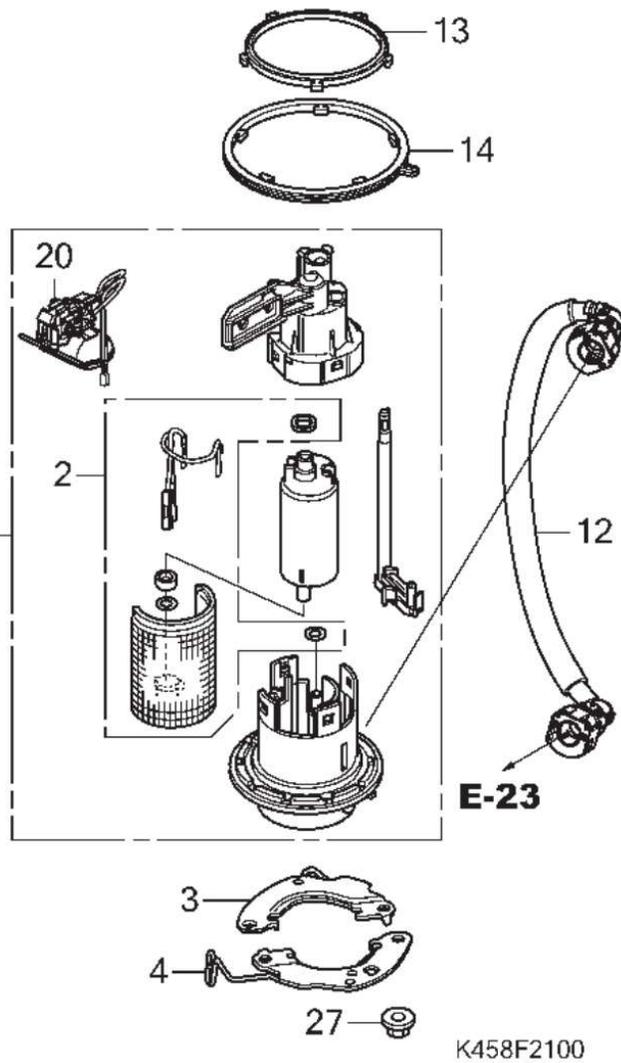


Gambar 2. 3 *Throttle Body* Honda CBR K45A

Sumber : PT Honda Cengkareng Motor, 2013

4. *Fuel Pump*

Fuel Pump ini sendiri berfungsi menyedot bahan bakar dari tangki menuju injektor yang berperan penting untuk mendistribusikan bahan bakar agar tersalurkan secara sempurna. *Fuel Pump* ini juga memiliki komponen berupa pelampung yang dapat menyampaikan sisa bahan bakar yang ada dan menyalurkan informasi tersebut ke *speedometer*.



Gambar 2. 4 *Fuel Pump* Honda CBR K45A

Sumber : PT. Honda Cengkareng Motor, 2013

5. ECU

ECU atau *Electronic Control Unit* adalah sebuah komponen yang berfungsi untuk mengatur dan mengontrol suatu kerja dari kendaraan bermesin. Komponen ini dapat dikatakan sebagai pusat ataupun otak dari segala kegiatan yang terjadi pada sebuah kendaraan bermotor. Kerja dari ECU sendiri didukung dari adanya sensor-sensor yang terpasang.

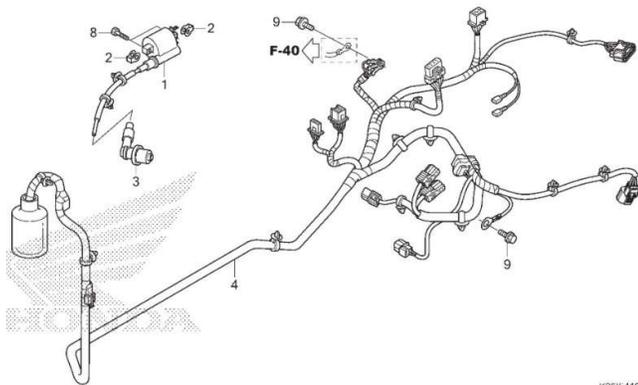


Gambar 2. 5 ECU Juken 5+ Beat K25A

Sumber: Blibli, n.d.

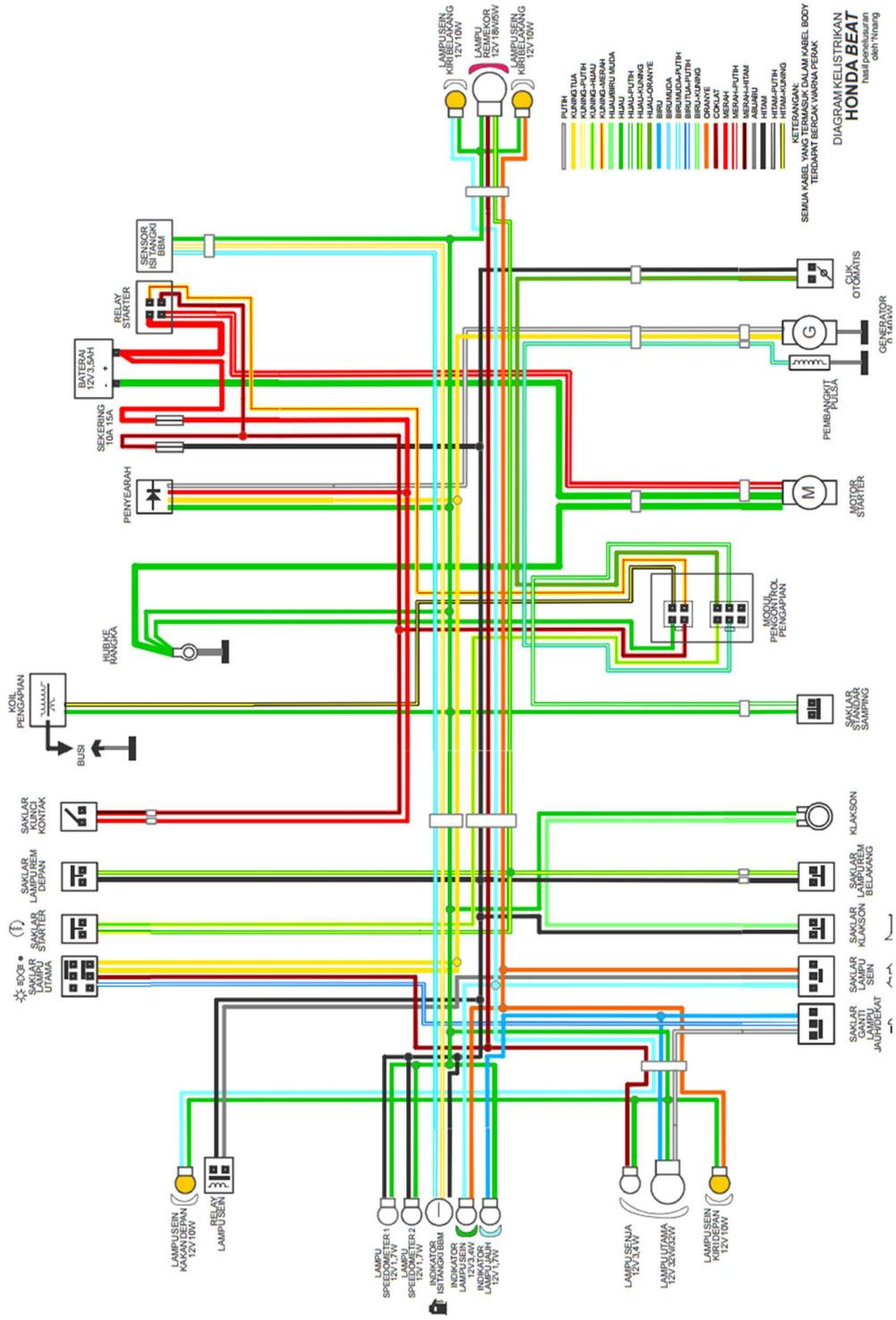
6. *Wire Harness*

Wire Harness atau kabel body ini diganti mengikuti dengan yang digunakan pada Honda Beat FI K25A. Kabel body ini sendiri berperan penting dalam penyaluran setrum ke setiap komponen yang menggunakan arus listrik. Kabel bodi juga berfungsi untuk menghantarkan sinyal dari sensor ke ECU. Diusahakan dalam perakitan kabel bodi untuk menggunakan kabel yang berkualitas tinggi agar tidak mudah rusak saat digunakan pada kendaraan. Kualitas kabel juga menentukan seberapa baik bentuk sinyal yang dihantarkan.



Gambar 2. 6 *Wire Harness* Honda Beat FI K25A

Sumber : PT Honda Cengkareng Motor, 2013



Gambar 2. 7 Wiring Diagram Honda Beat FI K25A
 Sumber: Honda, 2012

2.4 Konversi satuan *Lambda* menjadi satuan AFR

Mengonversi dari satuan lambda menjadi AFR memiliki beberapa manfaat penting, termasuk kemudahan pemahaman, standarisasi, diagnosis, penyetelan, pengoptimalan performa, dan keselamatan. Oleh karena itu, AFR merupakan satuan yang lebih umum digunakan untuk mengukur rasio udara-bahan bakar dalam mesin pembakaran internal (Pinunjul et al., 2018). Karena hasil dari pengujian yang dilakukan pada penelitian kali ini menggunakan satuan *Lambda* maka, hasil tersebut akan dikonversikan dalam satuan AFR. Adapun tabel konversi satuan *Lambda* menjadi satuan AFR adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 2

Konversi Satuan Lambda ke AFR

Lambda	Gas AFR	Lambda	Gas AFR
0.80	11.76	1.01	14.85
0.81	11.91	1.02	14.99
0.82	12.05	1.03	15.14
0.83	12.20	1.04	15.29
0.84	12.35	1.05	15.44
0.85	12.50	1.06	15.58
0.86	12.64	1.07	15.73
0.87	12.79	1.08	15.88
0.88	12.94	1.09	16.02
0.89	13.08	1.10	16.17
0.90	13.23	1.11	16.32
0.91	13.38	1.12	16.46
0.92	13.52	1.13	16.61
0.93	13.67	1.14	16.76
0.94	13.82	1.15	16.91
0.95	13.97	1.16	17.05
0.96	14.11	1.17	17.20
0.97	14.26	1.18	17.35
0.98	14.41	1.19	17.49
0.99	14.55	1.20	17.64
1.00	14.70		

Sumber: FTY Racing, 2024

Selain tabel di atas, terdapat juga rumus yang dapat digunakan untuk mengubah satuan *Lambda* menjadi satuan AFR adalah sebagai berikut:

$$AFR = 14,64 \times \lambda \quad (2. 1)$$

Keterangan:

AFR : *Air Fuel Ratio*
14,64 : Faktor Konversi
 λ : *Lambda*