

**PENGARUH JENIS SISTEM PENGAPIAN CDI DAN JENIS
BENSIN TERHADAP KADAR KARBON MONOKSIDA (CO)
GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR
HONDA SUPRA TAHUN 2003**



SKRIPSI

Oleh :

SULARTO

K 2500043

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2004**

**PENGARUH JENIS SISTEM PENGAPIAN CDI DAN JENIS
BENSIN TERHADAP KADAR KARBON MONOKSIDA (CO)
GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR
HONDA SUPRA TAHUN 2003**

SKRIPSI

Oleh :

SULARTO

K 2500043

Ditulis dan Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Pendidikan Program Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2004**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan menurut sepengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis mengacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, Juni 2004

Penulis

S U L A R T O

NIM : K 2500043

ABSTRAK

Sularto, PENGARUH JENIS SISTEM PENGAPIAN CDI DAN JENIS BENSIN TERHADAP KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA TAHUN 2003. Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Juni, 2004.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui: (1) Ada tidaknya perbedaan pengaruh jenis sistem pengapian CDI terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra Tahun 2003, (2) Ada tidaknya perbedaan pengaruh jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003, (3) Ada tidaknya perbedaan interaksi antara jenis sistem pengapian CDI dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003, (4) Jenis sistem pengapian CDI dan jenis bensin manakah yang menghasilkan kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah.

Penelitian ini dilakukan di Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan (DLLAJ) Surakarta dengan alamat Jl. Menteri Supeno No. 7 Telp. (0271) 717470 Surakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, populasi dalam penelitian ini adalah sepeda motor empat langkah merk Honda Supra tahun 2003. Sampel penelitian ini adalah sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Pengambilan sampel menggunakan “*Purposive Sampling*”, teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengukuran kadar karbon monoksida (CO) gas buang. Teknik analisis data menggunakan variansi analisis dua jalan kemudian dilakukan uji komparasi ganda atau uji pasca anava, sebelumnya dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Untuk uji normalitas menggunakan Uji *Liliefors* dan untuk uji homogenitas menggunakan Uji *Bartlett*.

Dari hasil perhitungan uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dengan metode *Liliefors*, di dapat: (1) Jenis sistem pengapian AC-CDI, $L_{obs} = 0,187 < L_{0.01:15} = 0,257$, (2) Jenis sistem pengapian DC-CDI, $L_{obs} = 0,139 < L_{0.01:15} = 0,257$, (3) Jenis bensin premium, $L_{obs} = 0,170 < L_{0.01:10} = 0,294$, (4) Jenis bensin Pertamina, $L_{obs} = 0,236 < L_{0.01:10} = 0,294$, (5) Jenis bensin Pertamina Plus, $L_{obs} =$

$0,256 < L_{0,01:10} = 0,294$, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua L_{obs} lebih kecil dari L_{tabel} pada taraf signifikan 1%, jadi data yang diperoleh dari hasil penelitian ini secara keseluruhan berasal dari populasi berdistribusi normal. Sedangkan pada uji prasyarat analisis yaitu uji homogenitas dengan menggunakan uji *Bartlet*, di dapat : (1) Pada sumber variasi Jenis Sistem Pengapian CDI (Baris), $X^2_{obs} = 2,50 < X^2_{tabel} = 6,63$, (2) Pada sumber variasi Jenis Bensin (Kolom), $X^2_{obs} = 2,05 < X^2_{tabel} = 9,21$, jadi dapat disimpulkan bahwa semua X^2_{obs} lebih kecil dari X^2_{tabel} pada taraf signifikan 1%, sehingga kedua sumber (baris dan kolom) berasal dari populasi homogen.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa : (1) Ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara jenis sistem pengapian CDI terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini ditunjukkan pada hasil uji F untuk anava dua jalan di mana $F_{obs} = 1152,35$ dan $F_{tabel} = 7,82$, sehingga $F_{observasi} > F_{tabel}$ pada taraf signifikan 1%. (2) Ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini ditunjukkan pada hasil uji F untuk anava dua jalan di mana $F_{obs} = 374,54$ dan $F_{tabel} = 5,61$, sehingga $F_{observasi} > F_{tabel}$ pada taraf signifikan 1%. (3) Ada perbedaan pengaruh bersama (interaksi) antara jenis sistem pengapian CDI dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini ditunjukkan pada hasil uji F untuk anava dua jalan di mana $F_{obs} = 118,97$ dan $F_{tabel} = 5,61$, sehingga $F_{observasi} > F_{tabel}$ pada taraf signifikan 1%. Jadi kesimpulannya, semua $F_{observasi}$ dari penelitian ini mempunyai harga lebih besar dari F_{tabel} , maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh dari masing-masing perlakuan.

Setelah dilakukan penelitian, menunjukkan bahwa kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah adalah pada jenis sistem pengapian DC-CDI, yaitu dengan rata-rata kadar karbon monoksida (CO) gas buang sebesar 0,70 % volume, dan kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling tinggi yaitu pada jenis sistem pengapian AC-CDI, yaitu dengan rata-rata kadar karbon monoksida (CO) gas buang sebesar 0,74% volume.

Untuk jenis bensin menunjukkan bahwa kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah adalah pada jenis bensin pertamax plus, yaitu dengan rata-rata kadar karbon monoksida (CO) gas buang sebesar 0,64 % volume, dan kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling tinggi yaitu pada jenis bensin premium, dengan rata-rata kadar karbon monoksida (CO) gas buang sebesar 0,82 % volume.

PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Program Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik dan Kejuruan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan.

Pada hari :

Tanggal :

Tim Penguji Skripsi :

Nama Terang

Tanda Tangan

Ketua : Drs. Suhardi, M.T.

Sekretaris : Ir. Husin Bugis

Anggota I : Drs C. Sudibyo, M.T.

Anggota II : Drs. Ranto, HS, M.T.

Disahkan oleh :

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas sebelas Maret Surakarta

Dekan

Drs. H. Trisno Martono, MM.

NIP. 130 529 720

MOTTO

“Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara mu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat...”

(Q.S. Al Mujaadilah: 11)

“Tiga hal penting yang diperlukan untuk meraih sesuatu yang berarti adalah, pertama: kerja keras, kedua: berpegang pada kata-kata yang berakhir dengan tif, ketiga: akal sehat”

(Thomas A. Edison)

“Saya pergunakan pikiranku untuk berjihad dan saya takkan berlaku sia-sia”

(Mu’adz bin Jabal)

“Tersenyumlah karena dengan senyum dapat mempererat tali persaudaraan”

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT,

Kupersembahkan untuk :

- 1. Ayahanda dan Ibunda tercinta*
- 2. Kakak dan Adikku tersayang*
- 3. Saudaraku kesemuanya, "Mas Yuyun" beserta keluarga*
- 4. Mahasiswa PTM angkatan '00 dan*
- 5. Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing umatnya ke jalan yang lurus dan terang.

Setelah melalui banyak rintangan, suka dan duka yang pernah dilalui akan menjadi catatan tersendiri dan menjadi pengalaman yang panjang. Walaupun hasilnya tak seberapa bila dibandingkan dengan yang lain, namun hasil bukanlah tujuan utama, yang utama adalah proses pembelajaran yang pernah dijalani, karena disana pengalaman dan nilai-nilai luhur itu ada, walaupun tidak dapat diukur dengan angka namun sangat perlu untuk dikenang.

Skripsi ini adalah dalam rangka menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Program Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret.
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ketua Program Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Bapak Drs. C. Sudibyo, MT., selaku Pembimbing I yang telah membantu memberikan pemikiran, waktu serta bimbingannya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Drs. Ranto HS, MT., selaku Pembimbing II, yang telah membantu menyumbangkan pikiran, waktu serta bimbingannya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

6. Kepala Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan (DLLAJ) kota Surakarta beserta karyawan yang telah mengizinkan dan membantu penulis untuk melakukan penelitian.
7. Seluruh teman-teman angkatan 2000 dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per-satu yang telah memberikan bantuannya dan dorongan motivasi sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari tentu masih banyak kekurangan dalam skripsi ini dan sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini. Terakhir semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi para pembaca. *Amin.*

Surakarta, Juni 2004

Penulis

A. DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL..... | ii |
| SURAT PERNYATAAN..... | iii |
| ABSTRAK..... | iv |
| PENGESAHAN..... | vii |
| MOTTO..... | viii |
| PERSEMBAHAN..... | ix |
| KATA PENGANTAR..... | x |
| DAFTAR ISI..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xv |
| DAFTAR TABEL..... | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| B. Identifikasi Masalah..... | 5 |
| C. Pembatasan Masalah..... | 5 |
| D. Perumusan Masalah..... | 5 |
| E. Tujuan Penelitian..... | 6 |
| F. Manfaat Penelitian..... | 7 |
| 1. Manfaat Praktis..... | 7 |
| 2. Manfaat Teoritis..... | 7 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| A. Tinjauan Pustaka..... | 8 |
| 1. Sistem Pengapian..... | 8 |
| 2. Sistem AC-CDI..... | 11 |
| 3. Sistem DC-CDI..... | 19 |
| 4. Modifikasi Sistem Pengapian AC-CDI ke Sistem DC-CDI..... | 21 |
| 5. Koil Pengapian..... | 21 |
| 6. Busi..... | 22 |

| | |
|---|----|
| 7. Bahan Bakar Bensin..... | 24 |
| 8. Pembakaran..... | 33 |
| 9. Gas Buang Hasil Pembakaran..... | 38 |
| 10. Exhaust Gas Analyzer..... | 40 |
| B. Kerangka Pemikiran..... | 42 |
| C. Hipotesis Penelitian..... | 44 |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| A. Tempat dan Waktu Penelitian..... | 45 |
| 1. Tempat Penelitian..... | 45 |
| 2. Waktu Penelitian..... | 45 |
| B. Metode Penelitian..... | 45 |
| C. Populasi dan Sampel..... | 46 |
| 1. Populasi Penelitian..... | 46 |
| 2. Sampel Penelitian..... | 46 |
| D. Teknik Pengumpulan Data..... | 46 |
| 1. Identifikasi Variabel..... | 46 |
| 2. Pelaksanaan Eksperimen..... | 48 |
| 3. Desain Eksperimen..... | 50 |
| E. Teknik Analisis Data..... | 52 |
| 1. Uji Prasyarat Analisis Data..... | 53 |
| 2. Analisis Data..... | 54 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN | |
| A. Deskripsi Data..... | 60 |
| B. Uji Prasyarat Analisis..... | 63 |
| 1. Uji Normalitas..... | 63 |
| 2. Uji Homogenitas..... | 64 |
| C. Pengujian Hipotesis..... | 65 |
| 1. Hasil Pengujian Hipotesis dengan Analisis Varian Dua Jalan..... | 65 |
| 2. Hasil Komparasi Ganda Pasca Anava Dua Jalan..... | 66 |
| D. Pembahasan Hasil Analisis Data..... | 68 |

| | | |
|----------------|-------------------------------|----|
| BAB V | SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN | |
| A. | Simpulan Penelitian..... | 72 |
| B. | Implikasi Penelitian | 73 |
| 1. | Implikasi Teoritis | 73 |
| 2. | Implikasi Praktis | 74 |
| C. | Saran | 74 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 76 |
| LAMPIRAN | | 77 |

B. DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 1. | Sistem Pengapian Platina | 10 |
| Gambar 2. | Skema AC-CDI | 11 |
| Gambar 3. | Kapasitor | 12 |
| Gambar 4. | Pengisian dan Pengosongan Kapasitor..... | 13 |
| Gambar 5. | Kode Warna pada Resistor..... | 15 |
| Gambar 6. | Dioda Pertemuan (Sambungan PN) | 15 |
| Gambar 7. | Fosward Bias | 17 |
| Gambar 8. | Reverse Bias | 17 |
| Gambar 9. | Konstruksi SCR dan Gambar Skematis | 18 |
| Gambar 10. | Skema DC-CDI | 19 |
| Gambar 11. | Penampang Koil Pengapian Sepeda Motor..... | 22 |
| Gambar 12. | Bagian-bagian Busi | 23 |
| Gambar 13. | Diagram Pembakaran Sempurna..... | 36 |
| Gambar 14. | Diagram Pembakaran Tidak Normal | 38 |
| Gambar 15. | Exhaust Gas Analyzer | 41 |
| Gambar 16. | Bagan Aliran Proses Ekperimen | 49 |
| Gambar 17. | Histogram Hubungan Antara Jenis Pengapian dan Jenis Bensin Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra tahun 2003 | 62 |
| Gambar 18. | Grafik Hubungan Antara Jenis Sistem Pengapian dan Jenis Bensin Tarhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003..... | 62 |

C. DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 1. | Spesifikasi Bensin Premium | 30 |
| Tabel 2. | Spesifikasi Bensin Pertamina | 31 |
| Tabel 3. | Spesifikasi Bensin Pertamina Plus | 32 |
| Tabel 4. | Desain Eksperimen Faktorial Pengaruh Jenis Sistem Pengapian dan Jenis Bensin Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang | 53 |
| Tabel 5. | Harga-harga yang perlu untuk Uji Bartlett | 54 |
| Tabel 6. | Rangkuman Anava Dua Jalan | 57 |
| Tabel 7. | Hasil Ekperimen (dalam % volume)..... | 60 |
| Tabel 8. | Data Hasil Pengukuran Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang (% volume)..... | 61 |
| Tabel 9. | Hasil Uji Normalitas dengan Metode Liliefors..... | 63 |
| Tabel 10. | Hasil Uji Homogenitas Dengan Metode Bartlet | 64 |
| Tabel 11. | Ringkasan Hasil Uji F untuk Anava Dua Jalan..... | 65 |
| Tabel 12. | Hasil Komparasi Rataan Antar Baris | 67 |
| Tabel 13. | Hasil Komparasi Rataan Antar Kolom | 67 |
| Tabel 14. | Hasil Komparasi Rataan Antar Sel Pada Kolom yang sama | 67 |
| Tabel 15. | Hasil Komparasi Rataan Antar Sel Pada Baris yang sama | 67 |

D. DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|--------------|---|-----|
| Lampiran 1. | Data Hasil Pengukuran Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang | 77 |
| Lampiran 2. | Standar Deviasi untuk Uji Normalitas..... | 78 |
| Lampiran 3. | Uji Normalitas | 80 |
| Lampiran 4. | Uji Homogenitas..... | 85 |
| Lampiran 5. | Uji Analisis Variansi Dua Jalan | 89 |
| Lampiran 6. | Uji Pasca Anava (Metode Scheffe) | 92 |
| Lampiran 7. | Tabel Statistik..... | 100 |
| Lampiran 8. | Perijinan..... | 110 |
| Lampiran 9. | Dokumentasi Kegiatan Penelitian | 118 |
| Lampiran 10. | Spesifikasi Honda Supra..... | 122 |
| Lampiran 11. | Spesifikasi Mexa 554 J..... | 123 |
| Lampiran 12. | Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor..... | 124 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari waktu ke waktu mengalami kemajuan yang pesat, semakin moderen serta canggih. Kebutuhan manusia yang semakin meningkat dan beraneka ragam, juga memicu berkembangnya teknologi, terutama teknologi di bidang otomotif, tuntutan manusia pada bidang tersebut semakin berkembang pula. Manusia menghendaki kemudahan dalam segala bidang tanpa mengeluarkan biaya yang banyak. Manusia juga menginginkan segala sesuatu menjadi lebih mudah dan cepat, salah satunya adalah di bidang transportasi.

Dalam bidang transportasi khususnya transportasi darat, kendaraan bermotor merupakan salah satu sarana transportasi utama, baik yang menggunakan motor bensin maupun motor diesel. Sejak ditemukannya motor bensin oleh Nikolaus Otto pada tahun 1876 dan motor diesel oleh Rudolph Diesel pada tahun 1892, dunia otomotif semakin berkembang pesat sampai saat ini.

Seiring dengan hal tersebut, teknologi di bidang otomotif dari waktu ke waktu mengalami perkembangan melalui perbaikan kualitas, salah satunya adalah teknologi dalam sistem pengapian, sistem pengapian konvensional (platina) kini mulai ditinggalkan, sistem pengapian sepeda motor sekarang kebanyakan menggunakan sistem pengapian CDI (*Capasitor Discharge Ignition*) yang memiliki karakteristik lebih baik di banding sistem pengapian konvensional. Sistem pengapian CDI ini menurut sumber arus yang digunakan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu AC-CDI dan DC-CDI. Sistem AC-CDI adalah sistem pengapian elektronik dengan arus listrik berasal dari koil eksitasi, sedangkan sistem DC-CDI adalah sistem pengapian elektronik dengan arus listrik berasal dari baterai. Perbedaan sistem ini kemungkinan akan berpengaruh terhadap kesempurnaan pembakaran dan kadar emisi gas buang yang dihasilkan.

Sistem pengapian standar yang digunakan pada sepeda motor Honda Supra adalah AC-CDI magneto, kelemahan dari sistem pengapian ini adalah arus yang dihasilkan oleh koil eksitasi di pengaruhi oleh putaran mesin, jadi pada saat mesin putaran rendah arus yang disuplai ke unit CDI kecil, sehingga akan berpengaruh terhadap tegangan *output* dari koil ke busi, dan hal ini akan berpengaruh pula terhadap kesempurnaan proses pembakaran.

Sepeda motor Honda Supra termasuk motor bensin empat langkah, yaitu motor yang dalam setiap proses pembakaran memerlukan empat langkah torak, meliputi langkah isap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang. Dari proses pembakaran inilah motor bensin menghasilkan tenaga. Tenaga yang dihasilkan oleh motor bensin tergantung dari proses pembakaran itu sendiri.

Pada pembakaran motor bensin, ada dua kemungkinan yang dapat terjadi, pertama pembakaran normal (sempurna), di mana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang di kehendaki, dan yang kedua pembakaran tidak sempurna (tidak normal), di mana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau tidak terbakar bersama-sama pada saat dan keadaan yang di kehendaki.

Beberapa faktor yang mempengaruhi baik atau tidaknya proses pembakaran, pertama adalah, kualitas bahan bakar, yaitu bahan bakar yang memiliki ketahanan terhadap *knocking* yang baik. Suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan terhadap *knocking* di sebut dengan angka oktan. Semakin tinggi angka oktannya semakin kurang kemungkinannya untuk terjadi detonasi (*knocking*). Perkembangan teknologi saat ini menuntut berbagai persyaratan bahan bakar yang dipakai agar memenuhi keperluan yang sesuai untuk penggunaannya, untuk keperluan tersebut Pertamina sebagai produsen minyak nasional, telah memproduksi bensin dengan kualitas yang telah disesuaikan dengan kebutuhan, diantaranya bensin Pertamax dan bensin Pertamax Plus. Bensin Pertamax ini memiliki RON (*Research Octane Number*) 92 sedangkan bensin Pertamax Plus memiliki RON 95, kedua jenis bensin tersebut diproduksi tanpa timbal.

Diproduksinya Pertamax dan Pertamax Plus adalah untuk memenuhi tuntutan konsumen bahan bakar jenis bensin, kedua jenis bensin tanpa timbal tersebut juga dilengkapi dengan zat aditif yang mampu membersihkan bagian-bagian mesin seperti *intake valve* dan *combustion chamber*. Akibatnya pembakaran dalam mesin terjadi lebih sempurna sehingga kerja mesin akan lebih maksimal, bertenaga, hemat dan lebih ramah lingkungan. Adanya zat aditif juga akan mengurangi korosi pada tangki dan saluran bahan bakar.

Faktor kedua adalah kondisi ruang bakar, ruang bakar harus bersih dari kerak-kerak yang menempel, karena kerak-kerak tersebut dapat menyebabkan pembakaran dini, sehingga akan menyebabkan terjadinya detonasi, yaitu terbakarnya campuran udara dan bahan bakar di ruang bakar secara spontan saat langkah pembakaran, akibatnya api menyebar dengan kecepatan melebihi batas normal, sehingga tekanannya meningkat dan menghantam dinding silinder serta kepala piston, sehingga menimbulkan bunyi ketukan (*knocking*).

Faktor ketiga yaitu homogenitas dan perbandingan campuran antara bahan bakar dengan udara. Kesempurnaan pembakaran juga ditentukan oleh kualitas campuran bahan bakar dan udara, oleh karena itu, pada motor bensin hal ini perlu diperhatikan. Apabila jumlah udara dan bahan bakar sesuai akan memungkinkan terjadinya pembakaran yang sempurna. Perbandingan campuran yang tepat juga harus didukung oleh homogenitas campuran. Homogenitas campuran yang tepat juga memungkinkan terjadinya pembakaran yang sempurna.

Pembakaran yang sempurna akan berpengaruh terhadap emisi gas buang yang dihasilkan terutama gas karbon monoksida. Banyaknya karbon monoksida dari gas buang tergantung dari perbandingan bahan bakar dan udara. Hanya pada pembakaran yang sempurna dari bahan bakarnya maka kadar karbon monoksida dapat nihil. Hal ini dapat dicapai pada perbandingan teoritis 14,8 : 1. Perbandingan sebesar ini selama motor berjalan jarang dapat dipertahankan, karena kualitas campuran selalu berubah sesuai dengan frekuensi putaran dan pembebanan motor.

Faktor keempat adalah sistem pengapian, dalam hal ini adalah jenis dan kondisi busi. Busi akan mempunyai kemampuan maksimum bila elektroda

tengahnya mempunyai temperatur antara 450⁰C sampai 950⁰C. Kebersihan dan jarak renggang busi juga harus dirawat dan diperiksa. Busi standar yang digunakan pada sepeda motor Honda Supra adalah ND U 22FS – U atau NGK C7HSA, dengan jarak renggang busi sesuai dengan spesifikasi adalah sebesar 0,6-0,7 mm.

Selain dapat memaksimalkan kerja mesin, menyempurnakan pembakaran pada motor bensin adalah salah satu cara untuk mengurangi pencemaran udara akibat dari gas buang hasil pembakaran. Gas buang hasil pembakaran ini mengandung unsur-unsur yang berbahaya baik bagi kesehatan tubuh manusia maupun bagi lingkungan. Unsur-unsur tersebut adalah *hidrocarbon* (HC), *carbon monoksida* (CO), *nitrogen oksida* (NO_x), dan partikel-partikel yang keluar dari gas buang. Dari keempat emisi gas buang tersebut yang paling berbahaya adalah gas karbon monoksida (CO) sekaligus pencemar udara yang paling utama. Gas karbon monoksida ini tidak berwarna dan tidak berbau serta sukar larut dalam air. Gas karbon monoksida dapat menyebabkan pusing, gangguan pernapasan, dan dapat mematikan bila terlalu lama berada di dalam ruangan yang mengandung banyak CO.

Kendaraan bermotor memberi andil yang besar dalam peningkatan kadar CO. Kadar CO maksimum dalam udara yang segar adalah 50 ppm, tetapi karena adanya polutan dari gas buang kendaraan bermotor dapat memperbesar kandungan CO di udara. Gas CO disebabkan karena bahan bakar yang terbakar sebagian, akibat proses pembakaran yang tidak sempurna. Gas CO akan lebih reaktif mengikat *hemoglobin* (HB) dari pada oksigen (O₂) dan membentuk *carboxyhaemoglobin* hingga mengakibatkan darah kekurangan oksigen dan manusia yang terkena akan keracunan bahkan kematian.

Sehingga jenis pengapian CDI dan jenis bensin di duga berpengaruh terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang dihasilkan. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini diambil judul : “PENGARUH JENIS SISTEM PENGAPIAN CDI DAN JENIS BENSIN TERHADAP KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA TAHUN 2003”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah, maka dalam penelitian ini dapat diidentifikasi berbagai permasalahan yang timbul berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kadar karbon monoksida gas buang pada motor bensin. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

Jenis sistem pengapian

- 1) Sistem pengapian AC-CDI
- 2) Sistem pengapian DC-CDI

Kondisi baterai

Proses pembakaran

Jenis bahan bakar

Kondisi ruang bakar

Homogenitas dan perbandingan campuran bahan bakar dengan udara

Jenis dan lebar celah busi

Putaran mesin

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini sesuai dengan permasalahan yang diteliti, maka penelitian ini dibatasi masalahnya hanya pada kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang dipengaruhi oleh :

1. Sistem pengapian yang digunakan, yaitu AC-CDI dan DC-CDI
2. Jenis bensin yang digunakan, yaitu Premium, Pertamax dan Pertamax Plus

Faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap kadar karbon monoksida (CO) dikontrol pada kondisi yang sama atau seimbang.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah, maka diperlukan suatu rumusan masalah agar penelitian ini dapat dilaksanakan secara terarah.

Adapun perumusan masalah yang akan diteliti adalah :

1. Adakah perbedaan pengaruh jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra Tahun 2003 ?
2. Adakah perbedaan pengaruh jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003 ?
3. Adakah perbedaan pengaruh bersama (interaksi) antara jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) dan jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003 ?

E. Tujuan Penelitian

Suatu penelitian akan lebih mudah apabila mempunyai tujuan yang jelas. Maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menyelidiki perbedaan pengaruh jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra Tahun 2003
2. Menyelidiki perbedaan pengaruh jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003
3. Menyelidiki perbedaan pengaruh bersama (interaksi) antara jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) dan jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003
4. Menyelidiki kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah ditinjau dari jenis sistem pengapian CDI dan jenis bensin yang digunakan pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.

F. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan akan membawa manfaat, baik manfaat praktis maupun manfaat teoritis.

Manfaat Teoritis

- a. Menambah ilmu pengetahuan bagi peneliti dan para pembaca tentang pengaruh jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) dan jenis bensin (premium, pertamax dan pertamax plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor empat langkah
- b. Sebagai perbandingan bagi pengembangan penelitian sejenis di masa yang akan datang

Manfaat Praktis

- a. Memberikan informasi tentang pengaruh jenis bensin (Premium, Pertamax dan Pertamax Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.
- b. Memberikan informasi tentang pengaruh jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.
- c. Sebagai pertimbangan dalam menentukan sistem pengapian CDI dan penggunaan jenis bensin dalam meminimalisir kadar karbon monoksida (CO) gas buang
- d. Sebagai bahan masukan dan informasi bagi Program Pendidikan Teknik Mesin PTK FKIP UNS

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Sistem Pengapian

Sistem pengapian adalah suatu sistem yang ada dalam setiap motor bensin, digunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresikan oleh torak di dalam silinder.

Pada motor bensin campuran udara dan bahan bakar dapat terbakar karena adanya percikan api dari busi, percikan busi tersebut dapat terjadi karena adanya sistem pengapian.

a. Komponen Sistem Pengapian

- 1) Baterai (untuk sumber arus DC) dan koil eksitasi (untuk sumber arus AC)
- 2) *Contact Breaker* (pemutus arus primer koil)
- 3) Koil Pengapian
- 4) Busi

Berdasarkan hal tersebut, maka sistem pengapian dapat dibedakan menjadi dua kriteria yaitu sistem pengapian berdasarkan sumber arus dan sistem pengapian berdasarkan sistem pemutus arus primer koil.

b. Sistem Pengapian Berdasarkan Sumber Arus

Berdasarkan sumber arusnya, sistem pengapian dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1) Sistem Pengapian dengan Sumber Arus AC (Pengapian Magneto)

Magnet yang dipakai sepeda motor biasanya juga berfungsi sebagai roda daya (*flywheel*). Karenanya disebut magnet roda daya atau "*flywheel magneto*". Rotor mempunyai magnet dan ditempatkan pada poros engkol (*crankshaft*). Bila berputar, arah dari fluks magnet berubah sehingga dihasilkan arus listrik, hal ini disebut induksi elektromagnet. Arus listrik yang dihasilkan sistem magneto ini termasuk sistem pengapian AC (*Alternating Current* atau arus bolak-balik). Pada

sistem ini, koil pengapian ditempatkan terpisah dengan magneto, sehingga memungkinkan untuk memakai koil pengapian yang berkapasitas besar.

Prinsip induksi elektro magnet ini sama dengan prinsip generator AC pada pusat pembangkit listrik. Induksi dari arus bolak-balik ini disebut induksi sendiri (*self induction*). Bila sebuah magnet digerakkan maka arus akan mengalir dari koil yang diinduksikan. Arus inilah yang nantinya akan digunakan sebagai sumber arus AC. Kumputan yang digunakan ini disebut koil eksitasi.

2) Sistem Pengapian dengan Sumber Arus DC (*Direct Current*)

Sumber arus DC (*Direct Current*) dapat diperoleh dari baterai (*accu*) yang merupakan sumber arus DC murni. Baterai ialah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke komponen sistem kelistrikan. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkan bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya. (Toyota Astra-Motor, 1995:6-2)

Baterai mempunyai berbagai kelebihan yang menjadi alasan utama digunakan sebagai sumber arus, yaitu :

- a) Arus yang dihasilkan stabil
- b) Dapat diisi ulang
- c) Arus yang dihasilkan DC murni

Tetapi kelemahan sumber arus dari baterai ini adalah baterai harus selalu dalam keadaan terisi penuh, sehingga baterai dan sistem pengisian harus dalam kondisi baik

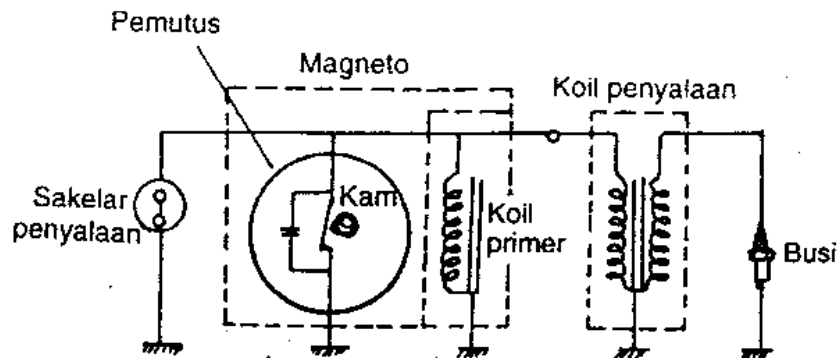
c. Sistem Pengapian Berdasarkan Pemutus Arus Primer Koil

Berdasarkan pemutus arus primer koil, sistem pengapian dapat dibagi menjadi sistem pengapian dengan pemutus mekanik dan sistem pengapian dengan pemutus elektronik.

1) Pemutus Mekanik

Sistem ini lebih dikenal dengan sistem pengapian platina. Dengan menggunakan perputaran *crank shaft* yang akan merubah posisi *cam*, kemudian menggerakkan pemutus arus (*contact breaker*). Sistem pengapian platina pada

sepeda motor hampir tidak digunakan lagi, karena tergeser oleh penggunaan sistem pengapian elektronik.



Gambar 1. Sistem Pengapian Platina
(Sumber : Daryanto, 2002:98)

2) Pemutus Elektronik

Salah satu dari sistem ini yang digunakan adalah sistem CDI (*Capasitor Discharge Ignition*). CDI merupakan rangkaian elektronik yang terdiri dari kapasitor, resistor, dioda, dan SCR (*Silicon-Controlled Rectifier*). Dengan sistem ini, dimungkinkan keakuratan pengapian tersebut lebih tinggi.

(a) Sifat-sifat CDI secara umum :

- (1) Mogoknya *engine* karena kotornya titik-titik kontak dapat dihindarkan.
- (2) Tidak terjadi loncatan bunga api melintasi celah titik-titik kontak dan karenanya voltase sekunder stabil sehingga *start* dan *performance* yang baik pada kecepatan rendah terjamin.
- (3) Pemeliharaan mudah, karena tidak ada persoalan aus pada titik-titik kontak.
- (4) Tidak diperlukan penyetelan *ignition* karena tidak dipakainya titik-titik kontak dan *cam*.
- (5) Busi tidak mudah kotor karena voltase sekunder yang lebih tinggi.
- (6) Sirkuit di dalam amplifier dibungkus dengan cetakan plastik, sehingga mempunyai kelebihan, yaitu tahan air dan tahan kejutan

(Hadi Suganda & Katsumi Kageyama 1996:95-96)

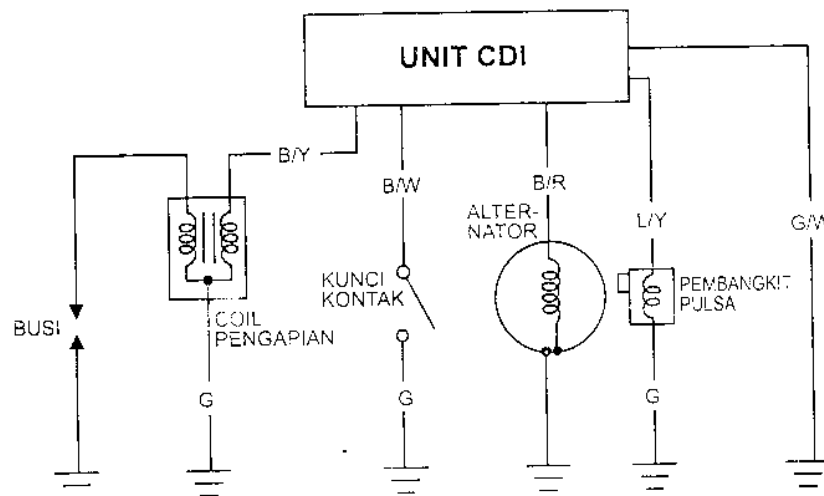
Sistem pengapian CDI ini ditinjau dari sumber arus yang digunakan, dibedakan menjadi dua jenis, pertama, AC-CDI, yaitu sistem pengapian elektronik dengan sumber arus listrik berasal dari koil eksitasi dan kedua, DC-CDI, yaitu sistem pengapian elektronik dengan sumber arus listrik berasal dari baterai.

2. Sistem AC-CDI

Sistem ini dinamakan sistem AC-CDI karena arus yang masuk ke dalam CDI adalah arus bolak-balik (*Alternating Current*), yaitu arus listrik yang langsung berasal dari kumparan eksitasi, oleh karena itu CDI jenis ini dinamakan AC-CDI.

a. Skema AC-CDI

Skema AC-CDI adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Skema AC-CDI

(Sumber : Sistem Listrik Honda:12)

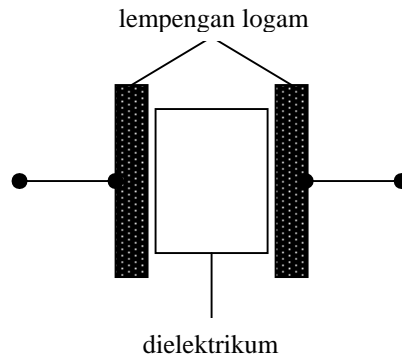
b. Komponen-komponen AC-CDI

Dalam rangkaian AC-CDI ini terdapat beberapa komponen elektronika yang digabungkan menjadi satu sistem. Komponen elektronika tersebut adalah kapasitor, resistor, dioda, dan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*).

1) Kapasitor

Pada dasarnya, sebuah kapasitor terdiri dari dua lempeng penghantar yang saling berhadapan dan dipisahkan oleh bahan yang disebut

sebagai dielektrikum. Kapasitor dibedakan berdasarkan bahan dielektrikum yang digunakan. Bahan yang biasa digunakan antara lain ialah kertas, mika, larutan elektrolit, dan udara. (KF Ibrahim, 1986:27)



Gambar 3. Kapasitor
(Sumber : KF Ibrahim, 1986:27)

Kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan listrik dikenal sebagai kapasitansi. Satuan kapasitansi ialah farad yang disingkat F. Kapasitansi sebuah kapasitor semakin besar, bila luas lempengnya semakin luas. Dan kapasitansi akan semakin kecil bila jarak kedua lempeng semakin jauh. (KF Ibrahim, 1986:28-29)

a) Fungsi Kapasitor

Kapasitor atau sering disebut kondensator, mempunyai banyak kegunaan antara lain sebagai berikut :

- (1) Penyimpanan muatan listrik, guna keperluan pengapian.
- (2) Menahan arus-rata.
- (3) Menghubungkan singkat sebuah pelawan (resistor), bagi arus bolak-balik.
- (4) Penapisan (*filtering*).
- (5) Penalaan (*tuning*).
- (6) Pengopelan sinyal dari satu sirkuit ke sirkuit lain.

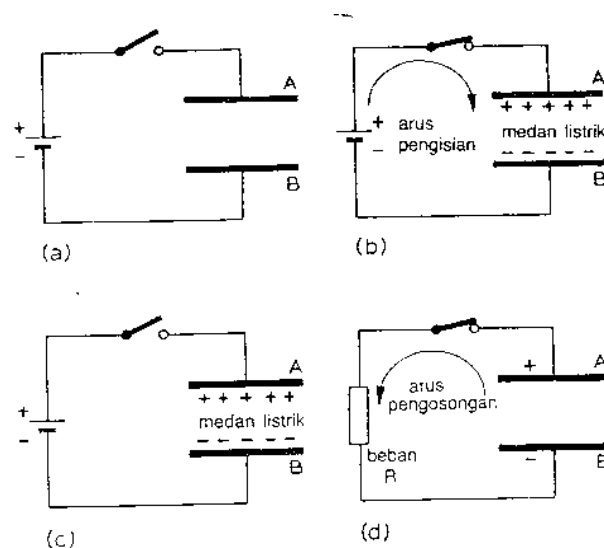
(7) Pembangkit gelombang bukan sinus, misalnya berbentuk gigi gergaji.

(Wasito S, 1986:20)

b) Pengisian dan Pengosongan Kapasitor

Kegunaan dasar sebuah kapasitor ialah untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk muatan listrik. Pengisian kapasitor terjadi apabila arus mengalir dari sumber arus ke dalam kapasitor sampai tegangannya sama dengan tegangan sumber arus. Kapasitor akan dikosongkan apabila terdapat beban, dan muatan akan mengalir melalui beban tersebut.

Prinsip pengisian dan pengosongan kapasitor dapat dijelaskan dengan Gambar 4.



Gambar 4. Pengisian dan Pengosongan Kapasitor
(Sumber : KF Ibrahim, 1986:28)

Pada Gambar 4.a, sebuah baterai dipasangkan pada sebuah kapasitor melalui sebuah sakelar. Pada saat sakelar ditutup (Gambar 4.b), elektroda positif menarik elektron dari lempeng A, yang mengakibatkan lempeng tersebut bermuatan positif (karena kekurangan muatan negatif). Elektroda negatif memberikan elektron ke lempeng B, yang menyebabkan bermuatan negatif dalam besar yang sama dengan muatan positif pada lempeng A. Aliran elektron-elektron tersebut merupakan arus pengisian. Arus tersebut akan tetap mengalir sampai tegangan kapasitor sama dengan GGL baterai. Keadaan ini dikatakan bahwa kapasitor telah terisi penuh. Simbol muatan listrik yaitu Q dengan satuan *coloumb* atau disingkat C. Saat sebuah

kapasitor terisi muatan listrik, beda potensial terjadi diantara kedua lempengan tersebut. Pada saat sakelar dibuka (Gambar 4.c), kapasitor akan mempertahankan muatan listrik yang tersimpan didalamnya. Medan listrik dalam dielektrikum juga akan tetap. Akan tetapi apabila kemudian kapasitor dikosongkan dengan memberi beban (Gambar 4.d), maka muatan listrik akan mengalir dalam beban R dan medan listrik mulai menghilang. (KF Ibrahim, 1986:27-28)

c) Batas Tegangan

Sebuah kapasitor mempunyai batas tegangan yang tidak boleh dilampaui agar tidak terjadi tembus (*break-down*) pada dielektrikumnya. Apabila kapasitor digunakan pada tegangan bolak-balik maka tegangan puncaknya tidak boleh melebihi batas tegangan kapasitor tersebut. Apabila batas tersebut dilampaui dengan segera kapasitor tersebut akan rusak. (KF Ibrahim, 1986:111)

2) Resistor (Tahanan)

Resistansi akan menghambat aliran arus listrik. Besarnya arus yang mengalir pada sebuah resistor tergantung nilai resistor dan beda potensial yang dipasangkan pada resistor tersebut. Semakin besar resistor semakin kecil arus yang mengalir. Sebaliknya semakin besar beda potensial semakin besar arus yang mengalir. (KF Ibrahim, 1986:7)

Resistor mempunyai satuan ohm, dan mempunyai lambang Ω . Harga ohm resistor yaitu dengan menyatakan harga ohm dengan R, harga kilo ohm dengan K, dan harga mega ohm dengan M. Dalam penulisan tidak menggunakan tanda koma, sebagai contoh untuk 2,2 Mega ohm ditulis dengan 2M2.

a) Toleransi

Toleransi menyatakan ketelitian dari sebuah resistor. Toleransi dinyatakan dalam prosentasi dari nilai sebuah resistor, misalkan sebuah resistor sebesar 100Ω dengan toleransi sebesar ± 10 , maka nilai yang mungkin diperoleh dari resistor tersebut terletak antara 90Ω hingga 110Ω , mengingat penyimpangannya sebesar 10 dari nilainya.

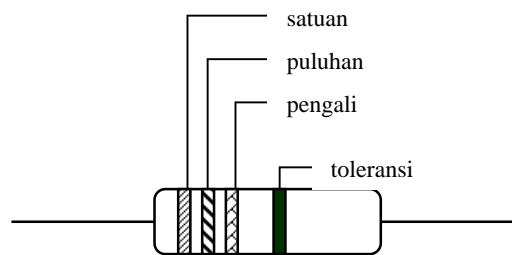
b) Batas Daya

Keterbatasan utama sebuah resistor adalah daya maksimum yang boleh disisipkan (dihamburkan) sebagai panas tanpa merusak resistor tersebut. Batas

daya (*rating*) dapat diperkirakan dari ukuran fisik resistor tersebut, semakin besar ukuran fisiknya, semakin besar pula batas dayanya.

c) Kode Warna Resistor

Nilai sebuah resistor dan nilai tingkat toleransi dinyatakan dengan kode warna. Sebuah resistor mempunyai empat buah ring atau cincin berwarna. Tiga warna pertama menunjukkan nilai resistor tersebut. Sedangkan cincin berikutnya merupakan nilai resistansinya.

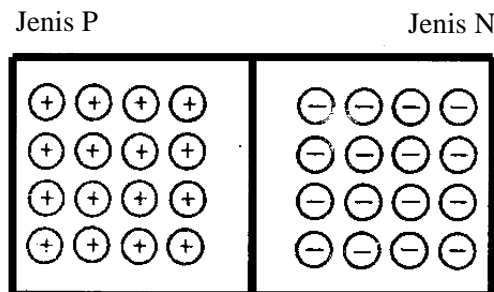


Gambar 5. Kode Warna pada Resistor
(Sumber : KF Ibrahim, 1986:109)

3) Dioda (*Rectifier*)

Dioda adalah alat elektronik berterminal dua. Aliran muatan tersebut terjadi bila rangkaian luar disediakan dan tenaga dibebankan kepada alat tersebut. Kontrol aliran partikel diselesaikan dengan menggunakan sebuah tegangan luar yang melalui dioda tersebut.

Ada dua macam konstruksi dioda, yaitu dioda pertemuan (*juntion diode*) dan dioda titik kontak (*point contact diode*). Dioda *juntion* terdiri dari dua buah elektroda, yaitu sekeping elektroda kristal germanium P, dan sekeping elektroda kristal germanium N. Sedangkan *point contact diode* terbuat dari sekeping germanium *type-N*.



Gambar 6. Dioda Pertemuan (Sambungan PN)

(Sumber : KF Ibrahim, 1986:34)

Dioda dibuat dari bahan semikonduktor, semikonduktor adalah benda padat yang resistivitasnya mempunyai nilai-nilai diantara nilai resistivitas konduktor dan nilai resistivitas isolator. (A. E. Fitzgerald, dkk 1981:351)

Bahan semikonduktor diperoleh dengan menambahkan bahan-bahan penoda (*impurity*) ke dalam germanium atau silikon murni. (KF Ibrahim, 1986:34)

a) Sifat Dioda Berdasarkan Bahan Penyusunnya

Sifat dioda germanium berbeda dengan dioda silikon. (Wasito S. 1986:63) menyebutkan bahwa “Sifat-sifat dioda silikon yaitu:

- (1) Menghantarkan tegangan maju kira-kira sebesar 0,6 volt.**
- (2) Perlawanan maju cukup kecil.**
- (3) Perlawanan terbalik sangat tinggi, dapat mencapai beberapa mega ohm.**
- (4) Arus maju maksimum yang diperbolehkan cukup besar (mencapai 100 amper).**
- (5) Tegangan terbalik maksimum yang diperbolehkan dapat mencapai 1000 volt atau lebih.**

Sedangkan untuk dioda germanium adalah :

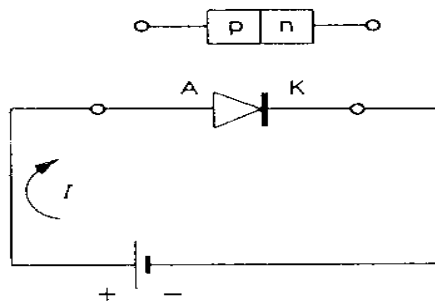
- (1) Menghantarkan tegangan maju kira-kira 0,2 volt.
- (2) Perlawanan maju agak besar.
- (3) Perlawanan terbalik agak tinggi (dapat kurang dari 1 mega ohm).
- (4) Arus maju maksimum yang diperbolehkan kurang besar.
- (5) Tegangan terbalik maksimum yang diperbolehkan kurang tinggi.

Pengaruh suhu terhadap dioda silikon yaitu setiap kenaikan 10°C menurunkan tegangan maju kira-kira 2,5 mV. Untuk arus terbalik kira-kira dua kali kenaikan suhu tiap 10°C . Kerusakan dioda dapat ditimbulkan karena arus maju yang terlalu besar sehingga menimbulkan panas yang berlebihan, tegangan

balik yang terlampau tinggi (menyebabkan timbulnya tembusan). (Wasito S. 1986:64)

b) Fosward Bias

PN-juntion dioda terhubung secara *fosward* bias bila daerah P (anoda) dihubungkan dengan kutub positif baterai dan N (katoda) dihubungkan dengan kutub negatif baterai, hal ini untuk memperbesar aliran arus.

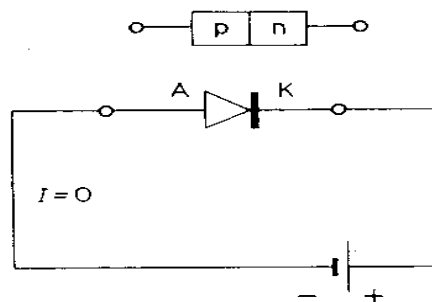


Gambar 7. *Fosward* Bias

(Sumber : KF Ibrahim, 1986:35)

c) Reverse Bias

Reverse bias yaitu apabila kutub positif baterai dihubungkan dengan daerah N (katoda) dan kutub negatif baterai dihubungkan dengan daerah P (anoda). Pada keadaan ini arus yang mengalir di dalam dioda sangat kecil sehingga dapat diabaikan. (KF Ibrahim, 1986:35)



Gambar 8. *Reverse* Bias

(Sumber : KF Ibrahim, 1986:35)

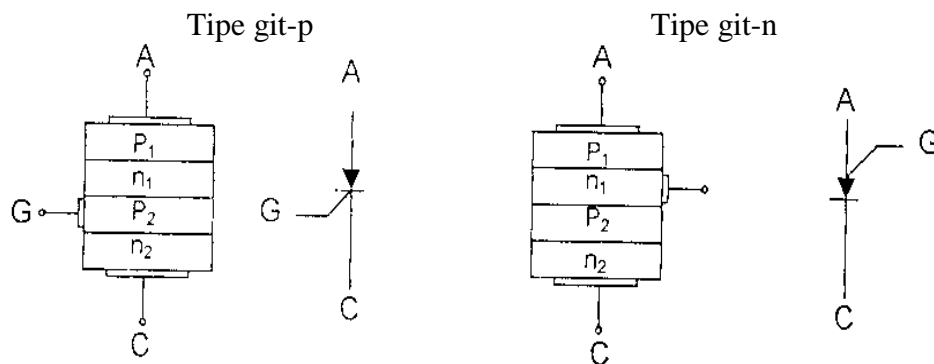
d) Tegangan Patah Terbalik

Setiap dioda memiliki tegangan terbalik maksimum yang tidak boleh dilewati. Apabila tegangan tersebut dilewati, maka dioda akan rusak dan arus akan mengalir dalam arah terbalik (*reverse*). Tegangan tersebut dikenal sebagai tegangan patah (*break-down voltage*) (KF Ibrahim, 1986:36)

4) SCR (*Silicon Controlled Rectifier*)

Pelurus yang dikontrol silikon (SCR : *Silicon Controlled Rectifier*) adalah alat yang bersambungan tiga berlapis empat. Lapisan p dan lapisan n yang sebelah luar bertindak sebagai sambungan p-n dan berturut-turut dinamakan katoda dan anoda. Daerah p dan daerah n sebelah dalam berfungsi sebagai gerbang yang merupakan elemen kontrol.

SCR dibedakan menjadi dua berdasarkan sambungan gerbang (*gate*) yaitu tipe git-p (*gate-p*) dan tipe git-n (*gate-n*).



Gambar 9. Konstruksi SCR dan Gambar Skematis
(Sumber : KF Ibrahim, 1986:115)

Bila ada tegangan kecil yang membuat anoda positif terhadap katoda, maka gerbang tersebut akan dibias balik. Aliran arus dari anoda ke katoda (arah positif) akan dihalangi (*forward blocking* atau penghalang depan). Maka alat tersebut akan mempunyai resistansi yang tinggi dalam dua arah, depan dan arah balik. Mekanisme yang biasanya digunakan untuk mengawali suatu hantaran adalah memakai sebuah pulsa arus dalam rangkaian gerbang anoda. Pulsa-pulsa tersebut menetralkan efek penghalang dari gerbang. Arus anoda bertambah secara nyata, dengan reduksi tegangan sesaat melalui SCR tersebut. Sekali hantaran telah dimulai, maka gerbang akan kehilangan semua kontrol sampai arus telah direduksi menjadi kira-kira sebesar nol SCR tersebut.

Hal tersebut di atas digunakan sebagai pengatur waktu pengapian pada rangkaian CDI (*Capasitor Discharge Ignition*). Tegangan yang berasal dari kumparan eksitasi mengalir melalui *gate* SCR dan tegangan yang menghilangkan efek penghalang gerbang berasal dari *pick-up coil* (pulser).

c. Cara Kerja AC-CDI

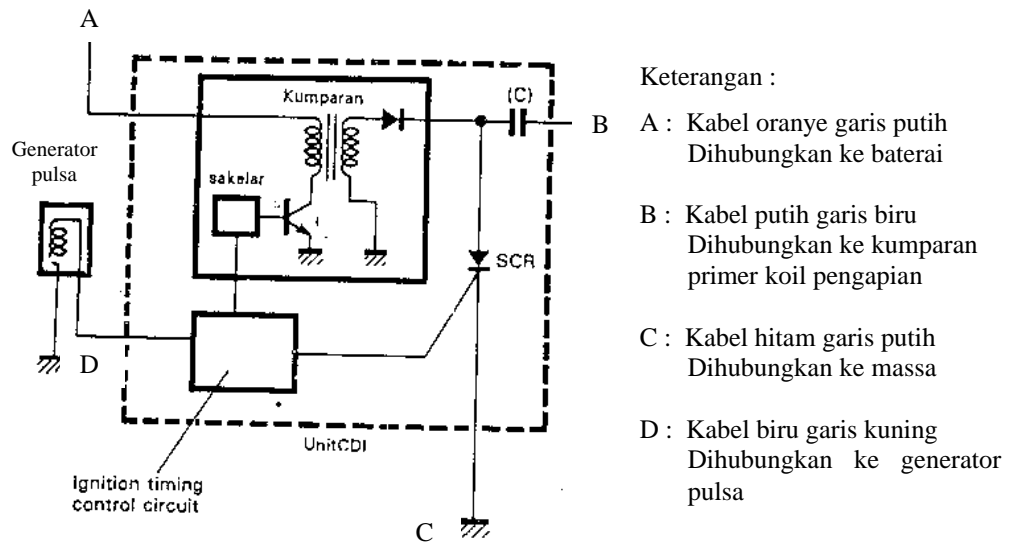
Arus dari kumparan eksitasi disearahkan oleh *rectifier*, kemudian terjadi pengisian pada kapasitor. Arus mengalir ke SCR yang kemudian dibias balik. Setelah SCR menerima arus dari *spoel trigger* (pulser) yang berupa pulsa. Pulsa tersebut menetralsir efek penghalang dari gerbang. Arus anoda bertambah secara nyata, dengan reduksi tegangan sesaat melalui SCR tersebut. Sekali hantaran telah dimulai, maka gerbang akan kehilangan semua kontrol sampai arus telah direduksi menjadi kira-kira sebesar nol SCR tersebut. Maka SCR akan ‘membuka’ dan arus akan mengalir ke masa (*ground*) sehingga terjadi bunga api pada busi. Pada AC-CDI, arus yang keluar dari *coil ignition* dipengaruhi oleh putaran mesin, sehingga semakin besar putaran mesin, semakin besar pula arus yang dihasilkan.

3. Sistem DC-CDI

Sistem ini dinamakan sistem DC-CDI, karena arus CDI ini disuplai dari baterai, sehingga arus yang masuk adalah arus DC (*Direct Current*). Keuntungan dari DC-CDI ini adalah arus yang masuk ke dalam CDI cenderung tetap karena arus tidak tergantung pada putaran mesin, sehingga tegangan pengapian pada elektroda busi relatif stabil.

a. Skema DC-CDI

Skema DC-CDI adalah sebagai berikut :



Gambar 10. Skema DC-CDI
(Sumber : Text Book, Suzuki:6-13)

b. Komponen-komponen DC-CDI

Komponen-komponen penyusun DC-CDI tidak jauh berbeda dengan komponen penyusun AC-CDI. Hanya saja dalam DC-CDI ditambahkan transformator dan transistor. Transformator digunakan untuk menaikkan tegangan dari aki 12 volt menjadi tegangan yang optimal untuk dimasukkan ke dalam koil pengapian yaitu 220-300 volt. Sedangkan transistor yang ada yaitu transistor jenis npn digunakan sebagai saklar.

c. Cara Kerja DC-CDI

Di dalam DC-CDI terdapat transformer yang berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai 12 volt menjadi 220-300 volt, tegangan ini selanjutnya disalurkan ke dioda untuk disearahkan. Transformator dapat bekerja menginduksi arus DC dari baterai dikarenakan adanya transistor jenis npn yang bekerja sebagai saklar. Arus dari dioda ini selanjutnya disalurkan ke kapasitor (C), sehingga pada kapasitor terjadi pengisian, arus ini selanjutnya disimpan di dalam kapasitor. Saat sinyal dari generator pulser mengalir ke SCR, efek penghalang dari SCR (*forward blocking*) akan dinetralisir, pada saat ini muatan listrik yang disimpan di dalam

kapasitor dilepaskan ke kumparan primer koil pengapian dan diperbesar lagi oleh kumparan sekunder, tegangan tinggi dari koil ini selanjutnya dialirkan ke busi sehingga pada busi terjadi loncatan bunga api.

Dari uraian di atas, maka dapat disimpulkan keuntungan dan kerugian dari masing-masing sistem pengapian tersebut, yaitu :

| Jenis arus berasal dari koil eksitasi (AC-CDI) | |
|---|---|
| Keuntungan | Kerugian |
| Pada waktu mesin putaran tinggi, arus yang dihasilkan semakin besar, sehingga tegangan sekunder koil pengapian akan lebih besar. | Arus yang masuk ke unit CDI tergantung dari putaran mesin, jadi pada waktu putaran rendah arus yang dihasilkan kecil. |
| Jenis arus berasal dari baterai (DC-CDI) | |
| Keuntungan | Kerugian |
| Arus yang masuk ke unit CDI relatif stabil, karena tidak tergantung dari putaran mesin, sehingga tegangan sekunder koil pengapian relatif stabil. | Baterai harus selalu dalam keadaan terisi penuh (baterai dan sistem pengisian harus dalam kondisi baik). |

4. Modifikasi Sistem Pengapian AC-CDI ke Sistem DC-CDI

Rangkaian AC-CDI pada sistem pengapian sepeda motor Honda Supra terdapat lima buah terminal (kabel dengan kode warna), yaitu kabel hitam garis kuning dihubungkan ke kumparan primer koil pengapian, kabel hitam garis putih dihubungkan ke kunci kontak, kabel hitam garis merah dihubungkan ke kumparan pembangkit alternator (sumber arus *input* ke CDI), kabel biru garis kuning dihubungkan ke generator pulsa dan kabel hijau garis putih dihubungkan ke massa.

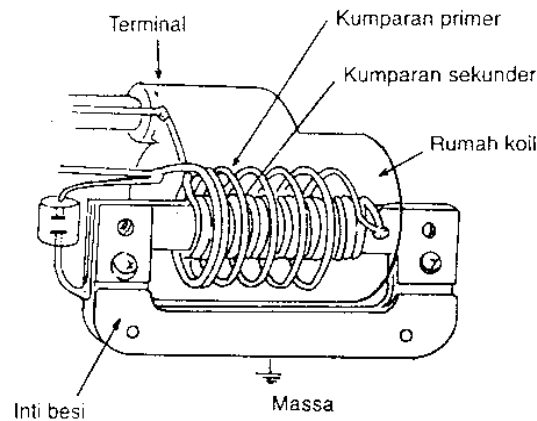
Pada rangkaian DC-CDI terdapat empat buah terminal, yaitu kabel putih garis biru dihubungkan ke kumparan primer koil pengapian, kabel oranye garis putih dihubungkan ke baterai (sumber arus *input* ke CDI), kabel biru garis kuning

dihubungkan ke generator pulsa dan kabel hitam garis putih dihubungkan ke massa.

Untuk memodifikasi sistem pengapian dari AC-CDI ke sistem DC-CDI, dengan cara menghubungkan tiap terminal sesuai keterangan dari masing-masing terminal yang terdapat pada rangkaian CDI tersebut, begitu pula dengan terminal kunci kontak. Untuk kunci kontak pada sepeda motor Honda Supra terdapat empat buah terminal, yaitu dua terminal (positif) yang terhubung pada saat kunci kontak “on” masing-masing dari baterai (kabel warna merah) dan terhubung ke sistem kelistrikan bodi (kabel warna hitam) dan dua terminal (negatif) yang terputus, masing-masing dari unit CDI (kabel hitam garis putih) menuju ke massa (kabel warna hijau). Untuk sistem DC-CDI, kunci kontak digunakan untuk memutus dan menyambung arus dari baterai ke sistem kelistrikan bodi termasuk ke unit CDI. Untuk sumber arus *input* ke unit CDI kabel warna oranye terhubung ke kabel warna hitam. Untuk *ground* CDI langsung terhubung ke bodi (massa).

5. Koil Pengapian

Koil pengapian berfungsi merubah arus listrik 12V menjadi tegangan tinggi (10 KV atau lebih) untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi. Koil pengapian pada sepeda motor terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer terbuat dari kawat tembaga yang relatif tebal (berdiameter 0,6-0,9 mm) yang digulung sebanyak 200 kali, mengelilingi kumparan sekunder, sedangkan kumparan sekunder terbuat dari kawat tembaga tipis (berdiameter 0,05-0,08) yang digulung sebanyak 20.000 kali lilitan pada inti besi. Kumparan-kumparan ini akan menghasilkan tegangan tinggi dengan cara induksi elektromagnet (induksi sendiri dan induksi bersama).



Gambar 11. Penampang Koil Pengapian Sepeda Motor
(Sumber : Daryanto, 2002:103)

6. Busi

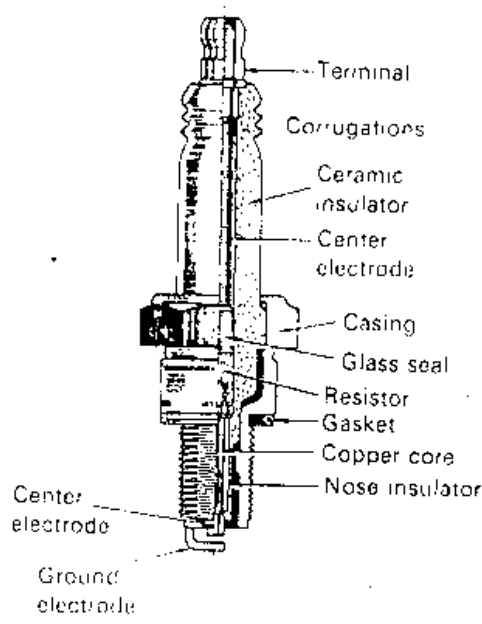
Busi pada sistem pengapian berfungsi untuk menghasilkan loncatan bunga api guna membakar campuran bahan bakar di ruang bakar. Loncatan bunga api busi harus dapat membakar gas dengan sempurna pada saat mesin masih dingin maupun sudah panas. Busi pada sistem pengapian harus mempunyai syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Harus dapat merubah tegangan tinggi menjadi loncatan bunga api pada elektrodanya dan bunga api ini meloncat pada celah antara elektroda positif dan negatif.
- b. Harus tahan terhadap suhu pembakaran gas yang tinggi sehingga busi tidak terbakar elektrodanya.
- c. Harus tetap bersih atau tidak terjadi deposit.

Pada saat bekerja busi akan mengalami temperatur yang tinggi dan perubahan tekanan di dalam silinder yang tinggi. Tekanan di dalam silinder antara 1 atm sampai dengan 45 atm. Tegangan listrik yang harus ditahan oleh insulator antara 10.000 sampai 30.000 volt.

Kemampuan busi juga ditentukan oleh tingkat panasnya yang disesuaikan dengan kondisi kerja mesin. Busi yang kurang panas akan menyebabkan busi menjadi kotor dan berjelaga sehingga bunga api yang diberikan menjadi kecil atau kurang kuat. Sebaliknya, apabila dalam operasinya busi menjadi meleleh

menunjukkan tingkat panas busi terlampau tinggi. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya detonasi atau *pre-ignition*. Batas operasional terendah dari busi agar busi memberikan kemampuan yang maksimal adalah apabila temperatur elektroda tengah busi berkisar antara 450⁰C sampai 950⁰C. Batas operasional terendah ini disebut *self-cleaning temperature* (pada kondisi ini busi akan bersih dengan sendirinya), sedangkan batas tertinggi adalah *pre-ignition temperature* (pada kondisi ini dapat terjadi *pre-ignition*).



(Sumber : New Step 1 Training Manual:6-19)

Selain tingkat panas, kemampuan busi juga ditentukan dari nilai panasnya yaitu kemampuan meradiasikan sejumlah panas ke udara luar. Busi panas adalah busi yang pelepasan panasnya lambat sehingga busi akan cepat menjadi panas. Busi panas ini cocok untuk motor putaran rendah, kompresi rendah, beban kerja mesin yang ringan dan di daerah dingin. Busi dingin adalah busi yang pelepasan panasnya cepat sehingga busi akan tetap dalam keadaan dingin. Busi dingin ini cocok untuk motor putaran tinggi, kompresi tinggi, beban kerja mesin yang berat. Busi panas dan busi dingin dapat dibedakan dari keadaan panjang ujung isolasi porselinnya dan indikasi kode nomor businya.

7. Bahan Bakar Bensin

Di dalam minyak bumi terkandung unsur-unsur karbon dan hidrogen, sehingga unsur-unsur ini disebut juga dengan nama *hidrocarbon*. Minyak mentah yang dihasilkan dari bumi yang belum mengalami proses pengolahan, mempunyai senyawa hidrokarbon yang kompleks. Dari senyawa yang kompleks ini minyak mentah diolah dengan bermacam-macam cara, sehingga bahan-bahan yang tidak dibutuhkan dipisahkan. Kemudian minyak mentah yang sudah dibersihkan disuling untuk memisahkan bahan bakar berdasarkan berat jenis dan titik didihnya.

Salah satu hasil penyulingan ini adalah bensin, yang digunakan sebagai bahan bakar motor bensin. Akan tetapi sebelum bahan bakar ini digunakan akan mengalami proses lanjutan. Dalam proses lanjutan ini bahan bakar tersebut dicampur dengan bermacam-macam bahan tambah. Bahan tambah inilah yang menyebabkan bensin mempunyai sifat yang sesuai dengan yang dibutuhkan motor bensin.

a. Sifat-sifat Bensin

Sifat-sifat penting yang perlu diperhatikan pada bahan bakar bensin ialah:

1). Kecepatan Menguap.

Penguapan yang dimaksud disini adalah kemampuan bahan bakar untuk berubah dari bentuk cair menjadi bentuk gas. Sebenarnya bukan hanya bahan bakar yang bisa menguap, akan tetapi semua cairan dapat menguap, hanya saja kemampuan menguapnya tidak sama. Kemampuan menguap setiap cairan sangat erat hubungannya dengan titik didihnya. Semakin rendah titik didih suatu cairan maka semakin tinggi kemampuan untuk menguap.

Karena bahan bakar yang masuk kedalam silinder harus berbentuk gas yang bercampur dengan udara, maka sifat mudah menguap dari bensin ini sangat diperlukan. Namun demikian bahan bakar yang digunakan pada motor bensin tidak boleh terlalu mudah menguap, karena apabila bahan bakar yang digunakan terlalu mudah menguap justru akan menyebabkan timbulnya masalah pada motor tersebut. Oleh karena itu tingkat kemudahan menguap yang dimiliki bahan bakar

untuk motor bensin harus tepat sesuai dengan kebutuhan motor tersebut, yaitu motor harus mudah dihidupkan, cepat memanaskan motor, dan irit penggunaan bahan bakar.

Agar bahan bakar mudah di bakar pada waktu mesin dihidupkan, maka bahan bakar yang digunakan harus mudah menguap terutama pada temperatur yang rendah. Apabila bahan bakar yang digunakan tidak mudah menguap maka motor akan sulit untuk dihidupkan. Hal ini disebabkan karena motor masih dalam keadaan dingin, sehingga tidak ada bantuan pemanas untuk membantu penguapan bahan bakar tersebut sehingga bahan bakar yang masuk kedalam silinder masih berbentuk butiran-butiran yang belum tercampur dengan udara. Karena bahan bakar yang masuk kedalam silinder belum tercampur dengan udara dengan baik, maka bahan bakar tersebut tidak mudah terbakar oleh loncatan bunga api dari busi sehingga motor susah hidup, oleh karena itu, bahan bakar yang digunakan harus mudah menguap (*high volatility*).

Selain itu juga harus diusahakan agar jangan sampai bahan bakar tersebut mengalami "*vapor lock*", yaitu adanya uap bahan bakar pada saluran bahan bakar sehingga mengganggu aliran bahan bakar itu sendiri. Hal ini disebabkan karena bahan bakar yang digunakan terlalu mudah menguap, sehingga karena adanya sedikit panas akan lebih mempermudah penguapan bahan bakar tersebut pada saluran bahan bakarnya. Bila aliran bahan bakar terganggu maka motor menjadi tersendat-sendat, atau bahkan macet. Oleh karena itu bahan bakar yang digunakan juga tidak boleh terlalu mudah menguap.

Kesimpulannya bahan bakar harus mudah menguap agar motor mudah dihidupkan dan tidak tersendat, tetapi juga tidak boleh terlalu mudah menguap agar tidak terjadi "*vapor lock*" dan untuk mendapatkan penggunaan bahan bakar yang hemat. Oleh karena itu bahan bakar dibuat dari bermacam-macam campuran *hidrocarbon* yang mempunyai kecepatan penguapan yang berbeda-beda, sehingga menghasilkan campuran yang dapat memenuhi segala persyaratan di atas.

2). Kecenderungan Berdetonasi

Detonasi sangat dipengaruhi oleh besarnya angka oktan dari suatu bahan bakar. Untuk mengurangi kecenderungan berdetonasi, maka ke dalam bensin dicampurkan zat kimia untuk menaikkan atau meningkatkan angka oktan. Angka oktan atau disebut juga dengan bilangan oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bahan bakar terhadap detonasi. Ketahanan bahan bakar terhadap detonasi merupakan faktor yang sangat penting dan harus diperhatikan dengan seksama. Apabila bahan bakar mempunyai ketahanan terhadap detonasi yang rendah, maka kemungkinan terjadi detonasi cukup tinggi. Disamping menimbulkan gangguan suara, detonasi ini juga dapat merusak bagian-bagian motor seperti silinder, piston, ring piston, katup dan sebagainya.

Bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi dapat dipakai pada motor dengan kompresi tinggi, sehingga akan menghasilkan tenaga yang tinggi pula. Tetapi bila bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi dipakai pada motor dengan kompresi rendah tidak akan menghasilkan tenaga yang lebih besar. Akan tetapi bila motor yang mempunyai kompresi tinggi tersebut menggunakan bahan bakar dengan angka oktan rendah maka akan terjadi detonasi, sehingga tenaga yang dihasilkan akan lebih rendah disamping akan merusak bagian-bagian motor yang lain.

3). Kadar Belerang.

Belerang atau ikatan-ikatan belerang didalam bensin terbakar menjadi gas dioksida belerang. Bila gas ini menyinggung bidang-bidang dingin, dioksida belerang berubah menjadi asam sulfat. Asam sulfat ini menimbulkan karat pada logam yang dikenainya. Oleh karena itu suhu gas buang harus cukup tinggi, agar pembentukan asam didalam saluran buang dapat terhindar. Kadar belerang di dalam bensin harus diusahakan serendah mungkin.

4). Kadar Damar dan Kestabilan Penyimpanan.

Damar dalam bensin dapat menimbulkan berbagai kerugian, diantaranya adalah :

a) Dapat menempel atau melekat kuat diberbagai tempat di motor, misalnya pada katup-katup, saluran buang dan torak.

b) Menurunkan bilangan oktan pada waktu masih di dalam tangki penyimpanan. Makin lama bensin disimpan makin banyak pembentukan damar. Kadar damar maksimum yang diperbolehkan kira-kira 10 mg tiap 100 cm³ bensin.

5). Titik Beku

Suhu pada saat bensin mulai membeku dinamakan titik beku. Sifat ini terutama sangat penting pada bensin pesawat terbang, mengingat kemungkinan penjelajahan ke daerah-daerah dingin. Bila di dalam bensin terdapat kadar aromatik yang tinggi, maka pada suhu tertentu, aromatik-aromatik itu mengkristal. Saluran-saluran bensin bisa tersumbat. Karena itu motor-motor yang bekerja pada suhu dingin, titik beku bensinnya harus rendah.

6). Titik Embun

Suhu pada saat uap bensin mulai mengembun disebut dengan titik embun. Penguapan lengkap tetesan-tetesan bensin dalam saluran hisap tergantung pada tinggi rendahnya titik embun. Bila titik embun terlalu tinggi, maka tetesan bensin yang belum sempat menguap didalam saluran hisap dapat turut masuk ke dalam silinder. Karenanya di dalam silinder terdapat campuran dengan kondisi yang tidak homogen. Hal ini mengakibatkan proses pembakaran berlangsung kurang baik, disamping pemakaian bahan bakar menjadi boros.

7). Titik Nyala

Titik nyala ialah suhu terendah dimana uap bensin yang terdapat di atas cairan bensin dapat membentuk campuran yang tepat dapat menyala dengan udara, bila terkena percikan api.

8). Berat Jenis

Perbandingan berat sejumlah tertentu suatu zat terhadap berat air murni pada volume dan suhu yang sama, dinamakan berat jenis zat itu. Berat jenis bensin sering juga dinyatakan dengan skala Baume atau skala API. Masing-masing skala dapat dinyatakan sebagai fungsi dari berat jenis (γ) pada suhu 60°F.

Berat jenis bensin yang dipakai sebagai bahan bakar berkisar dari 0,71 s/d 0,76 Be atau 67,8 s/d 54,7⁰ API.

b. Unsur-unsur Bensin

Bensin adalah hasil yang diperoleh dari pemurnian *Neptha* yang komposisinya dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk motor bakar (*Internal Combustion Engine*). Yang dimaksud dengan *Neptha* ialah semua minyak ringan (*light oil*) yang mempunyai sifat antara bensin (*gasoline*) dan *kerosine*.

Sebagai bahan bakar, bensin mempunyai komposisi elemen-elemen C (*Carbon*), H (*Hidrogen*), N (*Nitrogen*), S (*Sulphur*), O (*Oksigen*) dan elemen lainnya seperti abu (*Ash*) dan air (*Moisture*).

c. Angka Oktan

Angka oktan pada bensin adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan terhadap *knocking*. Makin besar angka oktan pada bensin maka semakin besar pula kemampuan bertahan bensin tersebut terhadap *knocking*. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktannya, makin kurang kemungkinannya untuk terjadi detonasi (*knocking*), sehingga tenaga motor yang dihasilkan akan lebih besar, karena pembakaran yang terjadi lebih sempurna. Selain meningkatkan tenaga mesin, pembakaran yang sempurna juga akan menghemat bahan bakar. Angka oktan tergantung pada struktur senyawa *hydrocarbon* yang terdapat pada bensin tersebut. Sedang inti *knocking* dari suatu bahan bakar (bensin) diukur dengan mesin CTR (*Coordinating Fuel Research Engine*) dimana harga perbandingan kompresi mesin ini dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan.

Penyelidikan angka oktan suatu bahan bakar dilakukan dengan cara membandingkan sifat anti *knocking* bahan bakar tersebut dengan bahan bakar standar. Dari hasil perbandingan ini akan diketahui berapa nilai angka oktan dari bahan bakar yang diselidiki.

Besarnya angka oktan bahan bakar ini tergantung dari presentase iso oktan dan normal heptan yang terkandung di dalamnya. Kalau di dalam suatu bahan bakar terkandung 80% iso oktan dan 20% normal heptan maka dapat dikatakan bahwa angka oktan bahan bakar tersebut adalah 80. Iso oktan (C₈H₁₈)

mempunyai sifat terhadap *knocking* dan nilai tingkat oktannya adalah 100 sedangkan normal heptan (C_7H_{16}) cenderung terhadap *knocking* dan tingkat oktannya adalah nol. Penambahan iso oktan di dalam bensin akan menambah dan menghemat pemakaian bahan bakar. Sebab dengan bertambahnya iso oktan bertambah pula angka oktan. Bensin dengan angka oktan di bawah 90 termasuk bensin beroktan rendah, sedangkan bensin dengan angka oktan 95 ke atas termasuk bensin beroktan tinggi. Bensin dengan angka oktan tinggi di pakai untuk mesin dengan kompresi tinggi begitu pula sebaliknya.

d. Bahan Tambahan Bensin

Bahan yang ditambahkan pada bensin, yaitu :

1) *Oxidation inhibitor* yaitu untuk membantu mencegah terbentuknya karat sementara bensin disimpan.

2) *Metal deactivators* yaitu untuk melindungi bensin dari efek yang merugikan terhadap metal tertentu selama proses penyulingan atau di dalam sistem bahan bakar kendaraan.

3) Bahan anti karat (*anti rust agent*) yaitu untuk melindungi sistem bahan bakar kendaraan dari kemungkinan karat.

4) *Anti acers* yaitu untuk menghilangkan pembekuan di dalam karburator dan pipa (selang) bahan bakar.

5) *Detergent* yaitu untuk mempertahankan kebersihan karburator.

e. Jenis Bensin

1) Bensin Premium

Bensin Premium merupakan bahan bakar dengan kadar oktan RON (*Research Octane Number*) 88, serta mengandung timbal. Bahan tambah pada premium adalah TEL (*Tetra Ethyl Lead*) yang mengandung timbal sebagai aditif, TEL mampu meredam panas dan bisa berfungsi sebagai pelumas di ruang bakar, tetapi akibat buruk dari aditif TEL adalah menghasilkan emisi gas buang berupa timbal (Pb) yang beracun.

Tabel 1. Spesifikasi Bensin Premium

| No | SIFAT | SATUAN | BATASAN | | METODE TEST | |
|-----|---|------------------------------|------------|-------------------|--------------------|--------|
| | | | MIN | MAX | ASTM | Lain |
| 1. | Angka Oktana Riset | RON | 88 | | D-2699 | |
| 2. | Kandungan Timbal (Pb) | gr/lt | | 0.30 | D-3237 / D-5059 | |
| 3. | Distilasi : | | | | D-86 | |
| | 10% vol. penguapan | ⁰ C | | 74 | | |
| | 50% vol. penguapan | ⁰ C | 88 | 125 | | |
| | 90% vol. penguapan | ⁰ C | | 180 | | |
| | Titik didih akhir | ⁰ C | | 205 | | |
| | Residu | % volume | | 2.0 | | |
| 4. | Tekanan uap Reid pada 37.8 ⁰ C | Psi | | 9.0 | D-323 | |
| 5. | Getah purwa | mg/100 ml | | 4.0 | D-381 | |
| 6. | Periode induksi | menit | 240 | | D-525 | |
| 7. | Kandungan belerang | % masa | | 0.20 | D-1266 | |
| 8. | Korosi bilah tembaga | 3 jam / 50 ⁰ C | | No.1 | D-130 | |
| 9. | Uji Doctor atau Belerang Mercaptan | % masa | | Negatif 0.0020 | D-3227 | IP 30 |
| 10. | Kandungan senyawa Oksigenat | % volume | | 11 | | |
| 11. | Warna | | | Kuning | | Visual |
| 12. | Kandungan pewarna | gr/100lt | 0.5 | | | |
| 13. | Odour | | Marketable | | | |

Sumber : Bahan Bakar Minyak, Elpiji dan BBG (Pertamina : Edisi Mei 2003)

2) Bensin Pertamax

Bensin Pertamax merupakan bahan bakar bensin pengganti premix. Pertamax ini tidak berbeda dengan premix karena memiliki spesifikasi yang sama, yaitu memiliki kadar oktan RON 92. Bedanya dengan premix, pertamax ini tidak mengandung timbal. Pertamax memiliki bahan tambah yang rendah *halogen* dan *non-metalic* yang berguna untuk proteksi terhadap korosi pada tangki dan saluran BBM. Bahan tambah tersebut adalah "*octane booster*" yang berguna untuk menaikkan angka oktan pada bensin serta menjaga ruang bakar silinder, karburator dan kotoran lain yang biasa terjadi akibat minimnya jumlah *detergent* (pembersih) di bahan bakar premium. (Internet, Suara Pembaruan: 25/6/2002)

Tabel 2. Spesifikasi Bensin Pertamina

| No | SIFAT | SATUAN | BATASAN | | METODE TEST | |
|-----|---|------------------------------|---------|-------------------|--------------------|---------------------|
| | | | MIN | MAX | ASTM | Lain |
| 1. | Angka Oktana Riset | RON | 92,0 | | D-2699 | |
| 2. | Kandungan Timbal (Pb) | gr/lt | | 0.013 | D-3341 / D-5059 | |
| 3. | Distilasi : | | | | D-86 | |
| | 10% vol. penguapan | ⁰ C | | 74 | | |
| | 50% vol. penguapan | ⁰ C | 88 | 125 | | |
| | 90% vol. penguapan | ⁰ C | | 180 | | |
| | Titik didih akhir | ⁰ C | | 205 | | |
| | Residu | % volume | | 2.0 | | |
| 4. | Tekanan uap Reid pada 37.8 ⁰ C | k.Pa | | 62 | D-323 | |
| 5. | Getah purwa | mg/100 ml | | 4.0 | D-381 | |
| 6. | Periode induksi | menit | | | D-525 | |
| 7. | Kandungan belerang | % masa | 240 | 0.20 | D-1266 | |
| 8. | Korosi bilah tembaga | 3 jam / 50 ⁰ C | | No.1 | D-130 | |
| 9. | Uji Doctor atau Belerang Mercaptan | % masa | | Negatif 0.0020 | D-3227 | IP 30 |
| 10. | Kandungan senyawa Oksigenat | % volume | | 11 | | Dicampur- purkan |
| 11. | Warna | | | Biru | | Visual |
| 12. | Kandungan pewarna | gr/100lt | | 0.13 | | |

Sumber : Bahan Bakar Minyak, Elpiji dan BBG (Pertamina : Edisi Mei 2003)

3) Bensin Pertamina Plus

Bensin Pertamina Plus merupakan bahan bakar bensin pengganti super TT. Pertamina plus ini tidak berbeda dengan super TT karena memiliki spesifikasi yang sama, yaitu memiliki kadar oktan RON 95. Pertamina plus dan super TT tidak mengandung timbal. Penggunaan bensin tanpa timbal dapat mengurangi korosi dan memperpanjang usia katup, busi, mesin, dan sistem pembuangan.

Tabel 3. Spesifikasi Bensin Pertamina Plus

| No | SIFAT | SATUAN | BATASAN | | METODE TEST | |
|-----|---|-------------------|---------|---------|--------------------|---------------------------|
| | | | MIN | MAX | ASTM | Lain |
| 1. | Angka Oktana Riset | RON | 95.0 | | D-2699 | |
| 2. | Kandungan Timbal (Pb) | gr/lt | | 0.013 | D-3237 / D-5059 | |
| 3. | Distilasi : | | | | D-86 | |
| | 10% vol. penguapan | ⁰ C | | 70 | | |
| | 50% vol. penguapan | ⁰ C | 77 | 110 | | |
| | 90% vol. penguapan | ⁰ C | | 180 | | |
| | Titik didih akhir | ⁰ C | | 205 | | |
| | Residu | % volume | | 2.0 | | |
| 4. | Tekanan uap Reid pada 37.8 ⁰ C | k.Pa | 45 | 60 | D-323 | |
| 5. | Getah purwa | mg/100 | | 4.0 | D-381 | |
| 6. | Density | ml | 715 | 780 | D 1298 / | |
| | | kg/m ³ | | | D-4052 | |
| 7. | Periode induksi | menit | 360 | | D-525 | |
| 8. | Kandungan belerang | % masa | | 0.1 | D-1266 | |
| 9. | Korosi bilah tembaga | menit | | No.1 | D-130 | |
| 10. | Uji Doctor atau | | | Negatif | | IP 30 |
| | Belerang Mercaptan | % masa | | 0.0020 | D-3227 | |
| 11. | Kandungan senyawa Oksigenat | % volume | | 10 | | Dicam purkan Visual |
| 12. | Warna | | | Merah | | |
| 13. | Kandungan pewarna | gr/100lt | | | | |
| 14. | Kandungan Aromatik | % volume | | 50.0 | D-1319 | |
| 15. | Fuel Injektor Cleanliness | % flow loss | | 5 | | |
| | | | | Pass | | |
| 16. | Intake Valve Sticking | pass/fall | | | | |
| 17. | Intake Valve Cleanliness II | | | | | |
| | Method 1.4 valve avg. or | avg.mg/vv | | 50 | CEC F-05-A-93 | |
| | Method 2. BMW test. Or | avg.mg/vv | | 100 | D 5500 | |
| | Method 3. Ford 2.3 L | avg.mg/vv | | 90 | D 6201 | |
| 18. | Combustion Chamber Deposits | | | | | |
| | Method 1. or | % | | 140 | D 6201 | |
| | Method 2 | mg/mesin | | 3500 | CEC F-20-A-98 | |

Sumber : Bahan Bakar Minyak, Elpiji dan BBG (Pertamina : Edisi Mei 2003)

8. Pembakaran

Pembakaran adalah hal yang sangat menentukan besarnya tenaga yang dihasilkan dengan disuplainya sejumlah bahan bakar ke dalam silinder. Hal ini disebabkan karena dari hasil pembakaran ini tenaga motor dihasilkan. Dengan adanya sejumlah bahan bakar di dalam silinder yang sudah bercampur dengan udara yang kemudian dinyalakan oleh nyala api busi, maka akan terjadi pembakaran. Dengan adanya pembakaran ini maka temperatur ruang pembakaran akan naik yang akan mengakibatkan naiknya tekanan dalam silinder dan memungkinkan terjadinya gerakan torak akibat tekanan tersebut dan selanjutnya motor dapat bekerja.

Baik buruknya pembakaran dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, yaitu temperatur mesin, bahan bakar, sistem penyalaan, perbandingan campuran dan homogenitas campuran, kerapatan campuran serta perbandingan kompresi.

Apabila temperatur campuran bahan bakar dengan udara naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dengan udara tersebut untuk terbakar. Namun demikian hal ini harus dibatasi jangan sampai justru bahan bakar terbakar dengan sendirinya sehingga tidak bisa terkontrol. Demikian juga sebaliknya apabila temperatur campuran terlalu rendah atau terlalu dingin maka akan menghambat proses pembakaran bahkan ada kemungkinan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna. Oleh karena itu temperatur kerja mesin harus diperhatikan sehingga pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna.

Bahan bakar sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran terutama pada nilai oktan yang dimiliki. Dipasaran ada beberapa jenis bensin yang dijual antara lain bensin premium, pertamax, dan pertamax plus, yang masing-masing memiliki angka oktan yang berbeda. Angka oktan pada bensin ini berhubungan erat dengan besar perbandingan kompresi motor. Untuk motor bensin dengan perbandingan kompresi tinggi diperlukan bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi, jadi bensin dengan angka oktan tinggi tidak menguntungkan jika dipakai pada motor bensin yang berkompresi rendah, sehingga apabila bahan bakar dengan angka oktan tinggi ini dipakai pada motor dengan kompresi yang rendah tidak menghasilkan tenaga yang lebih besar. Apabila motor dengan kompresi

tinggi menggunakan bahan bakar dengan angka oktan rendah akan menyebabkan terjadinya detonasi sehingga tenaga mesin rendah karena pembakaran tidak terjadi dengan sempurna.

Sistem pengapian adalah salah satu sistem yang ada dalam motor yang menjamin motor dapat bekerja. Sistem pengapian ini berfungsi untuk menimbulkan api untuk membakar campuran bahan bakar yang sudah dikompresikan di dalam silinder. Jadi sistem pengapian harus mampu membakar campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam silinder. Selain dapat menghasilkan bunga api yang baik untuk pembakaran, sistem penyalaan harus mampu menghasilkan bunga api pada saat yang tepat, serta harus mampu menyesuaikan diri dengan perubahan beban dan kecepatan motor.

Baik buruknya pembakaran juga ditentukan oleh banyak sedikitnya jumlah udara yang ada dalam campuran. Oleh karena itu kandungan udara di dalam campuran bahan bakar merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam motor bensin. Apabila jumlah udara yang terkandung dalam campuran bahan bakar sesuai akan memungkinkan terjadinya pembakaran yang sempurna. Perbandingan campuran yang tepat juga harus didukung oleh homogenitas campuran. Homogenitas campuran yang tepat juga memungkinkan terjadinya pembakaran yang sempurna.

Naiknya kerapatan campuran bahan bakar dengan udara yang ada dalam silinder akan menyebabkan kemungkinan terjadinya detonasi lebih besar. Naiknya kerapatan ini bisa disebabkan oleh pemasukan campuran bahan bakar dengan udara ke dalam silinder diperbanyak atau menekan ke dalam ruangan yang lebih sempit. Dengan peningkatan kerapatan ini berarti campuran tersebut semakin mudah terbakar sehingga mudah terjadi detonasi, sehingga menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna.

Mekanisme pembakaran bahan bakar dan udara sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran di mana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen dan membentuk produk yang berupa gas. Bahan bakar motor bensin mengandung unsur karbon dan hidrogen.

Ada 3 teori mengenai terbakarnya hidrokarbon (Toyota Step 2, 2-2), yaitu:

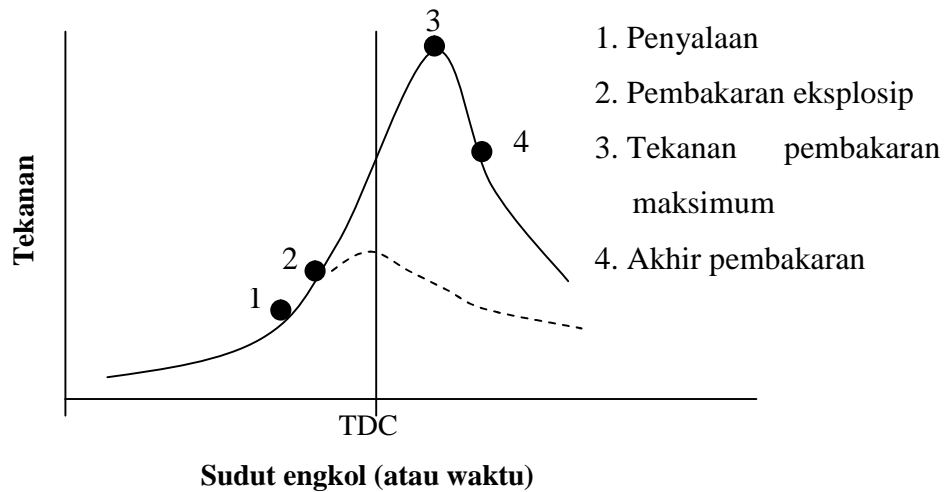
- a. Karbon terbakar terlebih dahulu daripada oksigen
- b. Senyawa hidrokarbon terlebih dahulu bergabung dengan oksigen dan membentuk senyawa yang kemudian dipecah secara terbakar (thermis).
- c. Hidrokarbon terbakar bersama-sama dengan oksigen sebelum karbon bergabung dengan oksigen.

Reaksi pembakaran yang sempurna dari karbon akan menghasilkan karbon dioksida (CO_2), $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$. Apabila unsur-unsur *oxygen* (udara) tidak cukup akan terjadi proses pembakaran tidak sempurna, $\text{C} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}$.

Dalam pembakaran hidrokarbon yang biasa (normal) tidak terjadi jelaga. Hal ini terjadi bila percampuran antara bahan bakar dan udara mempunyai waktu yang cukup, sehingga memungkinkan masuknya oksigen kedalam molekul hidrokarbon. Bila oksigen dan hidrokarbon ini tidak bercampur dengan baik, akan timbul asap pada penyalaan. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna. Ada dua kemungkinan yang dapat terjadi dalam pembakaran motor bensin, yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna.

a. Pembakaran Sempurna

Pembakaran sempurna merupakan pembakaran di mana bahan bakar dapat terbakar secara keseluruhan pada saat dan kondisi yang dikehendaki (Toyota Step 2, 2-2). Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar gas yang ada disekelilingnya, dan menjalar ke seluruh bagian sampai semua partikel gas terbakar habis. Dalam pembakaran normal pembagian nyala pada waktu pengapian terjadi diseluruh bagian. Pada mekanisme pembakaran di dalam motor bersifat kompleks, karena berlangsung melalui beberapa fase, seperti pada diagram sebagai berikut:



Gambar 13. Diagram Pembakaran Sempurna

(Sumber : Toyota Step 2, 2-3)

Pada gambar di atas dapat terlihat, pada saat busi memercikkan bunga api titik 1 sampai dengan titik 2, terjadi keterlambatan pembakaran bahan bakar dan udara sampai pada titik 2 pembakaran dimulai dan penyebaran apinya dilanjutkan kebagian seluruh ruang pembakaran. Bila proses pembakaran ini berlangsung normal maka kecepatan rambatan apinya konstan dan merata keseluruhan silinder.

Pada gambar di atas, terlihat saat setelah bahan bakar mulai terbakar (titik 2), maka tekanan di dalam silinder akan naik dengan drastis. Hal ini disebabkan karena sempitnya ruang pembakaran karena langkah kompresi dan pada pembakaran ini menyebabkan naiknya tekanan dalam silinder. Tekanan pembakaran ini akan mencapai titik tertinggi pada beberapa saat setelah torak melewati TMA. Hal ini mempunyai maksud agar tenaga yang dihasilkan oleh motor betul-betul maksimum, sebab tekanan pembakaran akan digunakan untuk mendorong torak. Daerah tekanan maksimum ini harus dipertahankan, untuk itu penyalan motor (saat busi memercikkan bunga api) harus dimajukan, tepatnya pada saat motor berjalan cepat walaupun tekanan tinggi dicapai pada titik 3, tetapi proses pembakaran tetap berlangsung sampai pada titik 4.

b. Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran tidak sempurna merupakan proses pembakaran dimana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau tidak terbakar bersama pada saat keadaan yang dikehendaki. Pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran yang terjadi dalam silinder tetapi nyala api dari busi tidak menyebar teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau kerusakan pada bagian motor. Pembakaran tidak sempurna terjadi karena nyala api dari busi dapat membakar campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder tidak secara merata dan tidak teratur.

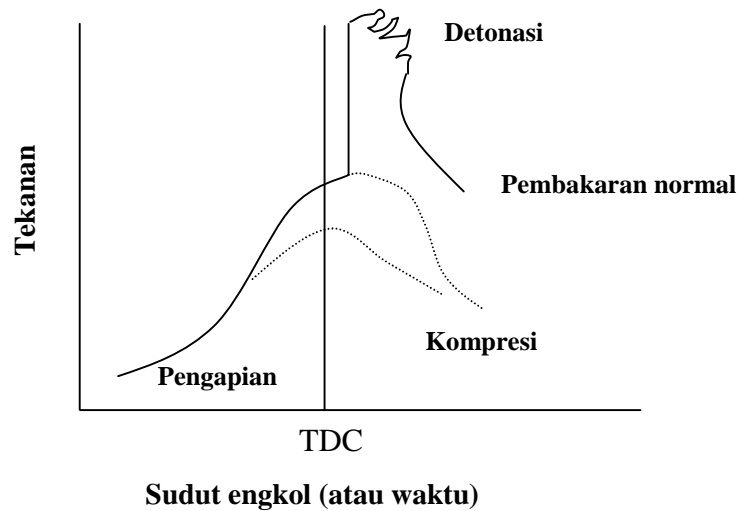
Ada dua macam pembakaran tidak sempurna yaitu detonasi, dan *pre-ignition*.

1) Detonasi

Detonasi adalah terbakarnya campuran udara dan bahan bakar di ruang bakar secara spontan saat langkah pembakaran dan setelah penyalaan, api menyebar dengan kecepatan melebihi batas (dalam kondisi normal kecepatan penyebaran api adalah beberapa puluh meter per detik, tetapi pada pembakaran abnormal, dapat mencapai beratus meter per detik). Tekanan meningkat yang disebabkan oleh kecepatan pembakaran yang tidak normal, menghantam dinding silinder dan kepala piston, sehingga menimbulkan bunyi ketukan (*knocking*). Tekanan yang besar dan cepat ini terjadi pada akhir pembakaran. Sebagai akibatnya tenaga mesin akan berkurang dan jika sering terjadi akan merusak bagian atau komponen motor, seperti : *bearing* rusak, piston dan katup pembuangan rusak, dinding silinder cacat serta busi dapat terbakar.

Hal-hal yang menyebabkan *knocking* adalah:

- (a). Perbandingan kompresi yang tinggi, tekanan kompresi, suhu silinder yang tinggi.
- (b). Waktu pengapian terlalu cepat.
- (c). Putaran mesin lambat dan penyebaran api lambat.
- (d). Penempatan busi dan konstruksi ruang pembakaran tidak tepat sehingga jarak penyebaran api terlalu jauh.



Gambar 14. Diagram Pembakaran Tidak Normal
(Sumber: Toyota Step 2, 2-4)

2) Pre-ignition

Pre-ignition adalah peristiwa pembakaran yang terjadi sebelum sampai pada saat yang dikehendaki. (Toyota step 2, 2-4). Peristiwa ini hampir sama dengan *knocking* tetapi terjadinya hanya pada saat busi belum memercikkan bunga api. Disini bahan bakar terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari tekanan suhu yang cukup tinggi sebelum busi memercikkan bunga api.

9. Gas Buang Hasil Pembakaran

Gas buang merupakan hasil dari proses kerja mesin yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor tidak semuanya berakibat buruk terhadap polusi udara, untuk membedakan hal tersebut gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu terdiri dari gas yang tidak beracun di antaranya: N_2 (Nitrogen), CO_2 (Karbon Dioksida), dan H_2O (uap air), dan gas yang beracun diantaranya: HC (Hidro Karbon), CO (Karbon Monoksida), dan NO_x (Oksida Nitrogen), serta partikel-partikel yang keluar dari gas buang.

Hidrokarbon atau HC adalah emisi yang timbul karena bahan bakar yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama-sama gas buang menuju atmosfer. Hal ini bisa dipahami karena bahan bakar yang dipakai pada motor bensin adalah bahan bakar yang dibuat dari hidrokarbon. Emisi hidrokarbon ini dapat disebabkan oleh karena pembakaran yang kurang sempurna sehingga ada bahan bakar yang belum terbakar dan keluar masih dalam bentuk hidrokarbon, atau dapat juga disebabkan karena penguapan dari bahan bakar. HC ini bisa menyebabkan pedih dimata, tenggorokan sakit, paru-paru sakit dan penyakit yang lain dan bahkan mungkin dapat menyebabkan kanker. Untuk kandungan HC gas buang motor empat langkah, batas yang diperbolehkan adalah maksimum 2.400 ppm.

Sedangkan karbon monoksida atau CO dapat disebabkan karena bahan bakar yang terbakar sebagian, hal ini disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna. Gas CO ini lebih berbahaya dibanding dengan HC, dimana gas ini tidak berwarna dan tidak berbau. CO ini dapat menyebabkan pusing kepala, mual, gangguan pernapasan, dan bahkan dapat mematikan apabila orang cukup lama di dalam ruangan yang mengandung banyak CO. Apabila jumlah udara yang masuk kedalam silinder berkurang atau campuran bahan bakar dengan udara yang masuk kedalam silinder basah, maka akan mengakibatkan kandungan CO pada gas buang akan bertambah. Sebaliknya apabila kandungan udara pada campuran bahan bakar dengan udara yang masuk kedalam silinder lebih banyak atau dengan kata lain campuran udara dan bahan bakar yang masuk kedalam silinder menjadi lebih kering, maka gas buang akan menghasilkan CO yang lebih sedikit. Untuk kandungan CO gas buang motor empat langkah, batas yang diperbolehkan adalah maksimum 4,5 %.

Oksida nitrogen atau disingkat dengan NO_x, adalah emisi yang dihasilkan oleh pembakaran yang terjadi pada temperatur yang tinggi. Udara bebas yang digunakan untuk pembakaran mengandung nitrogen sekitar 80%. Pada temperatur yang cukup tinggi (sekitar 1370⁰ atau lebih) nitrogen dan oksigen dalam campuran bahan bakar dengan udara akan bersatu dan membentuk NO_x. Oksida nitrogen ini akan menghasilkan warna coklat kotor pada gas buang.

NO_x ini akan bertambah pada motor yang menggunakan perbandingan kompresi yang tinggi dan campuran bahan bakar yang kering. Padahal motor yang demikian ini akan menghemat bahan bakar dan mengurangi kandungan HC serta kandungan CO.

Disamping emisi diatas ada lagi kotoran yang dibawa oleh gas buang yang keluar dari dalam silinder motor karena pembakaran bahan bakar yaitu berupa partikel-partikel yang tampak pada gas buang biasanya berwarna hitam. Kotoran semacam ini tampak sangat nyata pada motor diesel. Sedangkan pada motor bensin gejala ini tidak begitu tampak karena pembakarannya relatif lebih sempurna.

10. Exhaust Gas Analyzer

Alat ini terutama digunakan untuk mengukur kadar karbon monoksida (CO) pada gas buang motor bensin, karena unsur CO pada gas buang merupakan bagian yang paling utama untuk diketahui, yang berhubungan dengan masalah lingkungan terutama masalah polusi udara. Selain untuk mengukur kandungan gas CO pada kendaraan bermotor, alat ini juga digunakan untuk mengukur HC, untuk mengetahui kesempurnaan pembakaran.

a. Cara Penggunaan Alat Exhaust Gas Analyzer

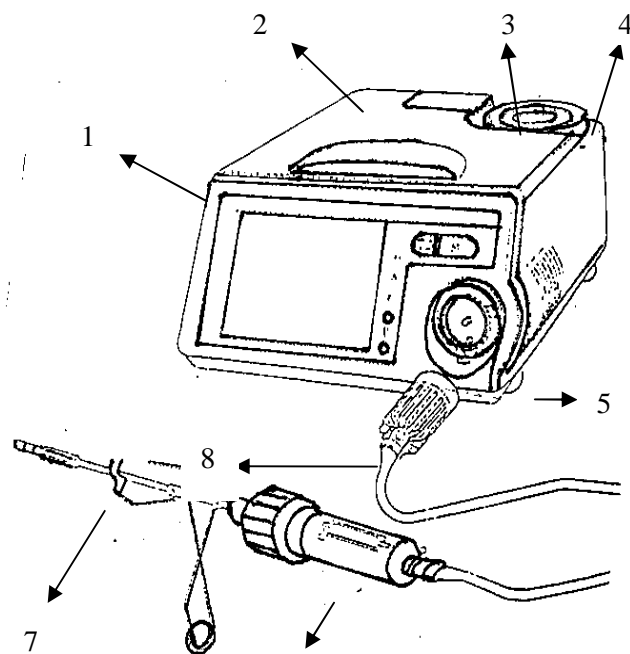
- 1) Memasang kabel daya listrik pada sumber arus.
- 2) Men-set jarum penunjuk alat ukur pada angka nol.
- 3) Menghidupkan motor hingga mencapai temperatur normal.
- 4) Memasang pipa penghisap (yang ada pada alat ukur) pada knalpot.
- 5) Setelah jarum penunjuk pada alat stabil, angka tersebut bisa diketahui dan dicatat.

b. Konversi Satuan

Alat ini menunjukkan satuan ukuran kadar karbon monoksida (CO) gas buang dalam % volume dan Hidro karbon (HC) dalam ppm. Satuan % volume adalah satuan kadar atau konsentrasi suatu zat dalam campurannya dengan dimensi volume. Satuan % volume tersebut di dapat dari rumus :

$$\% (v/v) = \frac{\text{Volume zat yang bersangkutan}}{\text{Volume total campuran}} \times 100$$

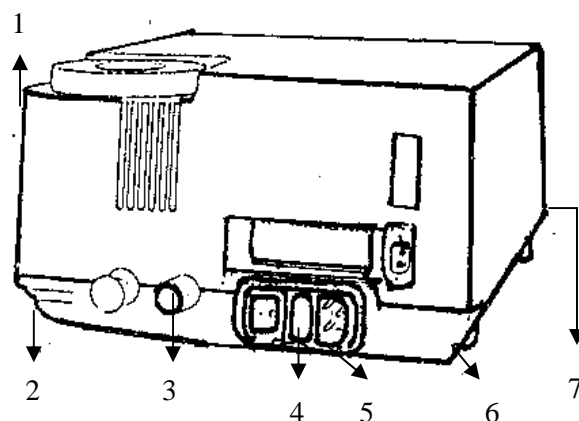
Sedangkan ppm adalah satuan konsentrasi atau kadar yang menunjukkan bahwa 1 ppm sama dengan 1 bagian zat yang bersangkutan di dalam 1 juta bagian campurannya. Untuk konversi dari % volume ke ppm, dengan cara mengalikan jumlah dalam % volume dikalikan dengan sepuluh ribu.



Keterangan :

1. *Fron Panel*
2. *Carrying Grip*
3. *Dust Filter Unit*
4. *Standar gas inlet*
5. *Cooling Air Inlet*
6. *Prefilter unit*
7. *Prote*
8. *Drain Separator*

6 a. Tampak Depan



Keterangan :

1. *Radiator Vents*
2. *Strainer*
3. *Outlet*
4. *Fuse holder*
5. *Power Inlet*

b. Tampak Belakang

Gambar 15. *Exhaust Gas Analyzer*
(Sumber : Cara Kerja MEXA – 554J)

B. Kerangka Pemikiran

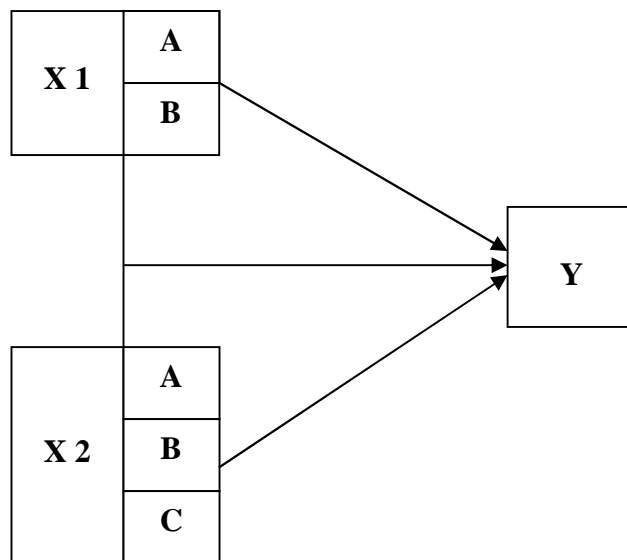
Sistem pengapian CDI banyak diaplikasikan pada sepeda motor, karena memiliki banyak keunggulan bila dibandingkan dengan sistem pengapian platina. Dalam sistem pengapian, CDI (*Capacitor Discharge Ignition*) merupakan komponen yang mempunyai peranan yang cukup penting, karena berfungsi mengatur saat terjadinya pengapian setepat mungkin, ketepatan saat pengapian pada pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder ini akan menentukan kesempurnaan pembakaran sekaligus menentukan besarnya tenaga yang dihasilkan dari proses pembakaran tersebut. Di lihat dari sumber arusnya, sistem pengapian CDI ini di bagi menjadi dua, yaitu sistem pengapian AC-CDI dan sistem pengapian DC-CDI. Kedua jenis sistem pengapian ini berbeda pada jenis arus *input* yang masuk ke dalam unit CDI, untuk sistem AC-CDI sumber arus listrik berasal dari koil eksitasi, sedangkan untuk sistem DC-CDI sumber arus listrik yang digunakan berasal dari baterai. Baterai ini dipilih untuk digunakan sebagai sumber arus karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain arus yang dihasilkan DC murni serta relatif stabil dan dapat di isi ulang.

Perbedaan sumber arus *input* ini berpengaruh terhadap arus *output* yang dihasilkan. Sumber arus dari baterai lebih stabil daripada sumber arus yang menggunakan koil eksitasi, kestabilan arus ini akan menyebabkan tegangan sekunder koil pengapian menjadi stabil, sehingga loncatan bunga api pada busi akan stabil pula. Sedangkan sumber arus dari koil eksitasi tergantung dari putaran mesin, semakin tinggi putaran mesin semakin tinggi pula arus yang dihasilkan. Besarnya api pada busi akan mempengaruhi kesempurnaan pembakaran campuran bahan bakar dan udara. Apabila pembakaran terjadi dengan sempurna, tenaga yang dihasilkan juga akan lebih besar sekaligus akan mengurangi kandungan emisi gas buang yang dihasilkan, sehingga akan mengurangi tingkat pencemaran udara yang diakibatkan oleh gas buang hasil sisa pembakaran.

Pemakaian bahan bakar bensin dengan kadar oktan yang berbeda, akan mempengaruhi kesempurnaan pembakaran, yang tentu akan berpengaruh terhadap tenaga yang dihasilkan dari proses pembakaran tersebut. Semakin tinggi angka

oktan pada bensin akan semakin kecil kecenderungan terjadinya detonasi, sehingga pembakaran yang terjadi akan lebih sempurna dan tenaga yang dihasilkan lebih meningkat. Kesempurnaan pembakaran ini akan berpengaruh pula terhadap emisi gas buang yang dihasilkan. Sehingga perbedaan jenis sistem pengapian dan jenis bensin diduga akan berpengaruh terhadap kandungan emisi gas buang terutama kadar karbon monoksida (CO).

Paradigma yang digunakan adalah sebagai berikut :



Keterangan :

X1 : Jenis Sistem Pengapian CDI

X2 : Jenis Bensin

Y : Kadar Karbon monoksida (CO)

C. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teori dan kerangka berfikir diatas, maka dapat dirumuskan jawaban sementara sebagai hipotesis yang harus diuji kebenarannya, yaitu sebagai berikut :

1. Ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.
2. Ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.
3. Ada perbedaan pengaruh bersama (interaksi) yang signifikan antara jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) dan jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di DLLAJ Surakarta dengan alamat Jl. Menteri Supeno No. 7 Telp. (0271) 717470 Surakarta. Tempat ini dipilih karena alat-alat yang dimiliki cukup memadai, dekat dengan tempat tinggal peneliti serta tidak dipungut biaya untuk penelitian.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2004 sampai dengan bulan Juni 2004. Adapun pelaksanaan jadwal penelitian sebagai berikut:

- a. Seminar proposal : Minggu ke 2, bulan Maret 2004
- b. Revisi proposal : Minggu ke 3 dan ke 4, bulan Maret 2004
- c. Perijinan penelitian : Minggu ke 1 dan ke 2, bulan April 2004
- d. Pelaksanaan penelitian : Minggu ke 3 dan ke 4, bulan April 2004
- e. Analisis data : Minggu ke 1 dan ke 2, bulan Mei 2004
- f. Penulisan laporan : Minggu ke 3 dan 4, bulan Mei 2004 sampai
Minggu ke 1 dan ke 2, bulan Juni 2004

B. Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah penelitian yang dilakukan atau

tindakan pengamatan suatu variabel. Dapat juga diartikan eksperimen adalah penelitian dengan memanipulasi variabel yang sengaja dilakukan peneliti untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut (Sudjana, 1996:29)

Bentuk penelitian yang digunakan adalah bentuk kuantitatif yaitu memaparkan secara jelas hasil eksperimen dalam bentuk angka-angka.

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi Penelitian

Suharsimi Arikunto (1996:115), menyatakan bahwa populasi adalah keseluruhan objek penelitian. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepeda motor empat langkah merk Honda Supra tahun 2003.

2. Sampel Penelitian

Dalam penelitian ini pengambilan sampel digunakan “*Purposive Sampling*”, yaitu “sampel diperoleh dengan cara mengambil subjek bukan didasarkan atas strata, random atau daerah tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu” (Suharsimi Arikunto, 1983:98)

Sampel penelitian ini adalah sepeda motor merk Honda Supra tahun 2003.

D. Teknik Pengumpulan Data

1. Identifikasi Variabel

Definisi variabel adalah “obyek penelitian atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian” (Suharsimi Arikunto, 1983:80). Di dalam variabel terdapat satu atau lebih gejala, yang mungkin pula terdiri dari berbagai aspek atau unsur sebagai bagian yang tidak terpisahkan.

Dari pengertian di atas secara garis besar variabel dalam penelitian ini ada tiga variabel. Variabel kontrol yang berupa faktor-faktor yang mungkin ikut berpengaruh pada kadar karbon monoksida gas buang di dalam perhitungan diabaikan, karena dianggap tidak berpengaruh. Variabel dalam penelitian ini, secara lengkap dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah himpunan sejumlah gejala yang memiliki berbagai aspek atau unsur, yang berfungsi mempengaruhi atau menentukan munculnya variabel lain yang disebut dengan variabel terikat. Munculnya atau adanya variabel ini tidak dipengaruhi atau tidak ditentukan oleh ada atau tidaknya variabel lain. Sehingga tanpa variabel bebas, maka tidak akan ada variabel terikat. Demikian dapat pula terjadi bahwa jika variabel bebas berubah, maka akan muncul variabel terikat yang berbeda atau yang lain.

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah:

- 1) Sistem pengapian AC-CDI dan DC-CDI pada Honda Supra
- 2) Jenis bensin, yaitu : bensin Premium, Pertamina dan Pertamina plus

b. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah himpunan sejumlah gejala yang memiliki pula sejumlah aspek atau unsur didalamnya, yang berfungsi menerima atau menyesuaikan diri dengan kondisi lain, yang disebut variabel bebas. Dengan kata lain ada atau tidaknya variabel terikat tergantung ada atau tidaknya variabel bebas.

Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah kadar karbon monoksida (CO) gas buang dari sepeda motor Honda Supra tahun 2003 dalam ukuran % volume.

c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah himpunan sejumlah gejala yang memiliki berbagai aspek atau unsur didalamnya, yang berfungsi untuk mengendalikan agar variabel terikat yang muncul bukan karena variabel lain, tetapi benar-benar karena variabel bebas tertentu. Pengendalian variabel ini dimaksudkan agar tidak merubah atau menghilangkan variabel bebas yang akan diungkap pengaruhnya. Dengan kata lain kontrol yang dilakukan terhadap variabel ini, akan menghasilkan variabel terikat murni.

Dalam penelitian ini variabel kontrolnya adalah :

- 1) Keadaan mesin tanpa beban
- 2) Putaran *idle* mesin (1400 rpm)
- 3) Menggunakan busi ND U 22FS – U / NGK C7HSA
- 4) Posisi klip jarum skep, alur ke 3 dari atas
- 5) Waktu pengambilan data ± 2 menit
- 6) Selang waktu tiap pengambilan data dibuat sama ± 2 menit

2. Pelaksanaan Eksperimen

a. Alat Penelitian.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, sebagai berikut :

- 1) *Exhaust gas analyzer*, alat ini digunakan untuk mengukur kadar karbon monoksida (CO) gas buang dalam % volume.
- 2) *Tool set* (obeng + dan -, kunci *shock* 12, kunci *ring* 10 dan 12, kunci pas 8, tang) digunakan sebagai alat bantu untuk bongkar pasang bagian-bagian dari sepeda motor yang diperlukan.
- 3) AVO meter, digunakan untuk mengetahui besar tegangan dalam volt dan hambatan dalam ohm.

4) *Tachometer* digital, digunakan untuk mengukur putaran mesin dalam rpm sesuai yang dibutuhkan.

5) *Stop Watch*, alat ini digunakan untuk mengukur selang waktu pengulangan eksperimen sesuai yang dibutuhkan.

6) Tabung atau botol infus, yang berjumlah tiga buah, digunakan sebagai pengganti tangki bensin, untuk menempatkan bensin premium, pertamax dan pertamax plus.

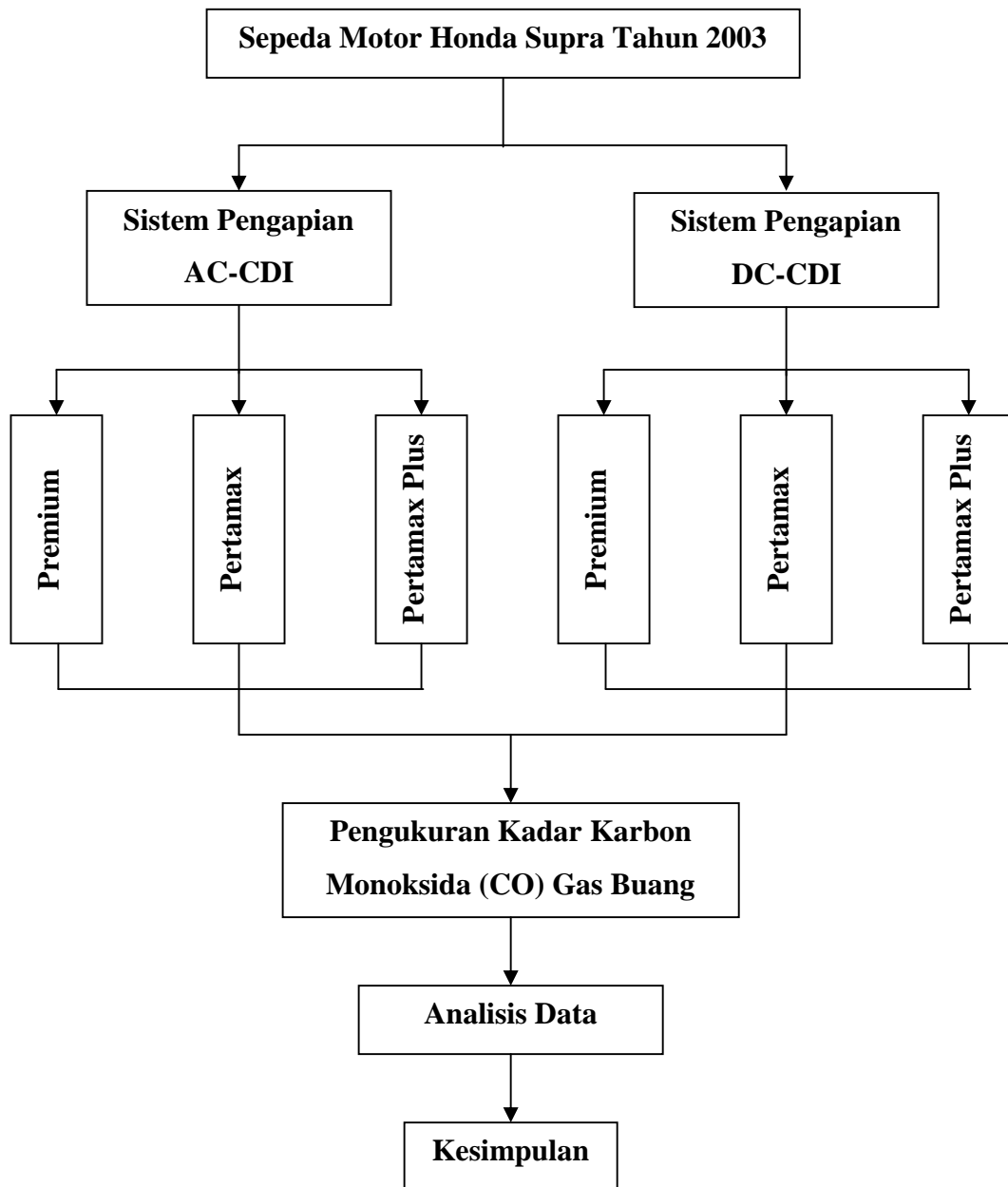
7) Lembar observasi, digunakan untuk mencatat hasil penelitian atau data yang diperoleh.

b. Bahan Penelitian.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian DC-CDI, bensin premium, bensin pertamax dan bensin pertamax plus.

c. Tahap Eksperimen

Tahap eksperimen dalam penelitian ini dapat digambarkan dengan bagan aliran proses eksperimen seperti Gambar 16.



Adapun urutan langkah eksperimennya sebagai berikut:

- 1) Persiapan
 - a) Menyiapkan sampel yang akan digunakan, yaitu sepeda motor empat langkah merk Honda Supra tahun 2003, kapasitas silinder 100 cc, dengan sistem pengapian standar AC-CDI magneto.

- b) Mengisi masing-masing botol infus dengan bensin premium, pertamax dan pertamax plus sesuai kebutuhan.
 - c) Pemanasan pada alat ukur Exhaust Gas Analyzer sampai tanda pada alat ukur menunjukkan bahwa alat ini siap digunakan.
 - d) Menyiapkan rangkaian DC-CDI untuk percobaan kedua.
 - e) Men-set *Stop Watch* pada posisi nol.
- 2) Pengujian
- 1) Memasang selang yang tersambung dengan botol infus yang berisi bensin premium ke karburator.
 - 2) Menghidupkan mesin selama 4 menit untuk mendapatkan suhu kerja yang optimal.
 - 3) Menyetel putaran mesin dengan alat *Tachometer* digital pada putaran 1400 rpm.
 - 4) Memasang pipa pada alat ukur *exhaust gas analyzer* ke dalam knalpot, pada saat mesin dalam keadaan hidup.
 - 5) Mencatat angka yang ditunjukkan alat ukur *exhaust gas analyzer* setelah angka pada alat ukur tersebut stabil.
 - 6) Mematikan mesin dan menunggu selama 62 menit.
 - 7) Mengeluarkan pipa pada alat ukur dari knalpot sampai angka pada alat tersebut kembali ke angka nol.
 - 8) Mengulangi langkah d) sampai g) untuk empat kali percobaan selanjutnya.
 - 9) Melaksanakan langkah a), c) sampai g) untuk percobaan selanjutnya dengan bensin pertamax dan pertamax plus.
 - 10) Mengganti sistem pengapian AC-CDI dengan sistem pengapian DC-CDI.
 - 11) Melaksanakan langkah pengujian a) sampai i) kembali.

3. Desain Eksperimen

“Desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang betul-betul terdefiniskan) sedemikian rupa sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat terkumpul” (Sudjana, 1989:1)

Pada penelitian ini digunakan desain eksperimen faktorial 2×3 , definisi dari desain eksperimen adalah eksperimen yang semua (hampir semua) taraf sebuah faktor tertentu dikombinasikan dalam eksperimen tersebut. Pada penelitian ini terdapat dua variabel bebas yang kemudian pada desain eksperimen ini disebut faktor. Faktor pertama mempunyai dua taraf, yaitu pengapian AC-CDI dan DC-CDI, sedangkan faktor kedua mempunyai tiga taraf, meliputi jenis bensin yang digunakan, yaitu bensin premium, pertamax dan pertamax plus. Sehingga pada eksperimen ini diperoleh desain eksperimen faktorial 2×3 , dengan demikian diperlukan enam kondisi eksperimen atau enam kombinasi perlakuan yang berbeda-beda. Pada masing-masing perlakuan dilakukan lima kali replikasi, sehingga tiap perlakuan diperoleh lima data. Karena pada tiap perlakuan dilakukan replikasi sebanyak lima kali, maka pada eksperimen faktorial 2×3 ini akan diperoleh data sebanyak 30 data.

Kombinasi perlakuan dilakukan dengan mengkombinasikan masing-masing taraf pada faktor A dengan taraf-taraf pada faktor B. Faktor A (jenis sistem pengapian), terdiri dari dua buah taraf, yaitu pengapian AC-CDI dan pengapian DC-CDI. Faktor B (jenis bensin), terdiri dari tiga buah taraf yaitu premium, pertamax dan pertamax plus. Desain eksperimen pada penelitian ini selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Desain Eksperimen Faktorial Pengaruh Jenis Sistem Pengapian dan Jenis Bensin Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang

| FAKTOR A (Jenis Sistem Pengapian) | Taraf | FAKTOR B (Jenis Bensin) | | | Jumlah keseluruhan | Rata-rata keseluruhan | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------|--|
| | | Premium | Pertamax | Pertamax Plus | | | |
| AC-CDI | | X_{111} | X_{121} | X_{131} | | | |
| | | X_{112} | X_{122} | X_{132} | | | |
| | | X_{113} | X_{123} | X_{133} | | | |
| | | X_{114} | X_{124} | X_{134} | | | |
| | | X_{115} | X_{125} | X_{135} | | | |
| | Jumlah | J_{110} | J_{120} | J_{130} | J_{100} | | |
| | Rata-rata | \bar{X}_{110} | \bar{X}_{120} | \bar{X}_{130} | | \bar{X}_{100} | |
| | DC-CDI | | X_{211} | X_{221} | X_{231} | | |
| | | | X_{212} | X_{222} | X_{232} | | |
| | | | X_{213} | X_{223} | X_{233} | | |
| | | X_{214} | X_{224} | X_{234} | | | |
| | | X_{215} | X_{225} | X_{235} | | | |
| Jumlah | J_{210} | J_{220} | J_{230} | J_{200} | | | |
| Rata-rata | \bar{X}_{210} | \bar{X}_{220} | \bar{X}_{230} | | \bar{X}_{200} | | |
| Jumlah Besar | J_{010} | J_{020} | J_{030} | J_{000} | | | |
| Rata-rata Besar | \bar{X}_{010} | \bar{X}_{020} | \bar{X}_{030} | | \bar{X}_{000} | | |

(Sumber : Sudjana, 1989:17)

Keterangan :

X : Data kadar karbon monoksida (CO) gas buang

J : Jumlah data kadar karbon monoksida (CO) gas buang

\bar{X} : Data rata-rata kadar karbon monoksida (CO) gas buang

E. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, untuk menganalisa data digunakan analisis variansi (Anava) dua jalan. Namun sebelumnya terlebih dahulu dilakukan uji persyaratan analisis yaitu uji normalitas dan uji homogenitas.

1. Uji Persyaratan Analisis Data

a. Uji Normalitas

Uji Normalitas ini bertujuan untuk mengetahui apakah data pada variabel-variabel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji normalitas *Liliefors*.

Adapun prosedur yang ditempuh dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Tentukan hipotesis

H_0 = Sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

H_1 = Sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal.

- 2) Tentukan taraf nyata $\alpha = 0,01$

- 3) Menentukan harga SD dengan rumus :

$$SD^2 = \frac{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}$$

- 4) Pengamatan X_1, X_2, \dots, X_n dijadikan bilangan Z_1, Z_2, \dots, Z_n

dengan menggunakan rumus : $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{SD}$

- 5) Statistik uji yang digunakan $L = \text{Maks. } |F(Z_i) - S(Z_i)|$

dengan $F(Z_i) = P(Z \leq Z_i); Z \sim N(0,1);$

$$S(Z_i) = \frac{\text{banyaknya } Z_1, Z_2, Z_3, Z_N \leq Z_i}{n}$$

- 6) Daerah kritik uji $DK = \{L \mid L > L_{\alpha;n}\}$

H_0 ditolak apabila $L_{\text{mak}} > L$ tabel.

H_1 diterima apabila $L_{\text{mak}} < L$ tabel.

(Sumber : Budiyono, 2000:169)

b. Uji Homogenitas

Untuk menguji persyaratan homogenitas digunakan *Uji Bartlet*. Adapun prosedur yang harus ditempuh adalah sebagai berikut :

- 1) Tentukan Hipotesis

$$\underline{H_0} \equiv \underline{S_1^2} \equiv \underline{S_2^2} \dots \equiv \underline{S_k^2}$$

$$\underline{H_1} \equiv \underline{\text{Tidak demikian}}$$
- 2) Tentukan taraf nyata $\alpha = 0,01$
- 3) Menentukan tabel uji *Bartlett*

Tabel 5. Harga-harga yang perlu untuk Uji *Bartlett*

| Sampel ke | dk | 1/dk | S_i^2 | Log S_i^2 | (dk) $\text{Log } S_i^2$ |
|------------|-------------------|-------------------------|---------|---------------------|--------------------------------------|
| 1 | $n_1 - 1$ | $1 / (n_1 - 1)$ | S_1^2 | $\text{Log } S_1^2$ | $(n_1 - 1) \text{Log } S_1^2$ |
| 2 | $n_2 - 1$ | $1 / (n_2 - 1)$ | S_2^2 | $\text{Log } S_2^2$ | $(n_2 - 1) \text{Log } S_2^2$ |
| Kekeliruan | $n_k - 1$ | $1 / (n_k - 1)$ | S_i^2 | $\text{Log } S_i^2$ | $(n_k - 1) \text{Log } S_i^2$ |
| Jumlah | $\Sigma(n_i - 1)$ | $\Sigma(1 / (n_i - 1))$ | | | $\Sigma (n_i - 1) \text{Log } S_i^2$ |

- 4) Untuk uji *Bartlett* digunakan statistik *Chi Kuadrat*

$$X^2 = (\text{Ln } 10) \{ B - \Sigma(n_i - 1) \log S_i^2 \}; \text{ Dimana :}$$

$$B = \text{Koefisien Bartlett} = (\log S^2) \Sigma (n_i - 1)$$

$$S^2 = \text{Variasi gabungan dari semua sampel} = \{ \Sigma(n_i - 1) S_i^2 / \Sigma(n_i - 1) \}$$

$$S_i^2 = \frac{\Sigma Y_i^2 - ((\Sigma Y_i)^2 / n_i)}{n_i - 1}$$

- 5) Daerah kritik (Daerah penolakan H_0)

$$H_0 \text{ ditolak apabila } X^2 \geq X^2_{t(1-\alpha)(k-1)}$$

$$H_0 \text{ diterima apabila } X^2 < X^2_{t(1-\alpha)(k-1)}$$

(Sumber : Sudjana, 1989:259)

2. Analisis Data

- a. Uji Hipotesis dengan Anava Dua Jalan

Dalam penelitian ini untuk menguji hipotesis setelah diperoleh data dengan metode eksperimen yang berdistribusi normal dan memiliki varian yang homogen. Maka digunakan analisis varian dua jalan. Dengan langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

- 1) Menentukan hipotesis
 - a) $H_{o_1} : \sigma_A^2 = 0$; H_{i_1} : Ada salah satu perbedaan
 - b) $H_{o_2} : \sigma_B^2 = 0$; H_{i_2} : Ada salah satu perbedaan
 - c) $H_{o_3} : \sigma_{AB}^2 = 0$; H_{i_3} : Ada salah satu perbedaan
- 2) Memilih taraf signifikansi tertentu ($\alpha = 0,01$)
- 3) Menetapkan kriteria pengujian, yaitu :
 - a). H_{o_1} diterima apabila $F \leq F_{\alpha}(a-1, ab(n-1))$
 H_{o_1} ditolak apabila $F \geq F_{\alpha}(a-1, ab(n-1))$
 - b). H_{o_2} diterima apabila $F \leq F_{\alpha}(b-1, ab(n-1))$
 H_{o_2} ditolak apabila $F \geq F_{\alpha}(b-1, ab(n-1))$
 - c). H_{o_3} diterima apabila $F \leq F_{\alpha}((a-1)(b-1), ab(n-1))$
 H_{o_3} ditolak apabila $F \geq F_{\alpha}((a-1)(b-1), ab(n-1))$
- 4) Menentukan besarnya F

Rumus-rumus yang digunakan untuk menganalisa data guna menentukan jumlah kuadrat (JK), derajat kebebasan (dk), mean kuadrat (KT) dan F observasi adalah :

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2, \text{ dengan } dk = abn$$

J_{i00} = Jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf ke i faktor A

$$= \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{j00} = Jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf ke j faktor B

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{ij0} = Jumlah pengamatan yang ada dalam taraf ke i faktor A dalam taraf ke J faktor B.

$$= \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{000} = Jumlah nilai semua pengamatan.

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2$$

$$R_y = \frac{J_{000}^2}{abn}, \text{ dengan } dk = 1$$

A_y = Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk semua taraf faktor A

$$= bn \sum_{i=1}^a (\bar{Y}_{i00} - \bar{Y}_{000})^2$$

$$= \sum_{i=1}^a \left(J_{000}^2 / bn \right) - R_y \text{ dengan } dk = (a - 1).$$

B_y = Jumlah kuadrat (JK) untuk semua taraf faktor B.

$$= an \sum_{i=1}^a (\bar{Y}_{100} - \bar{Y}_{000})^2$$

$$= \sum_{i=1}^b \left(J_{000}^2 / n \right) - R_y \text{ dengan } dk = (b - 1).$$

J_{ab} = Jumlah kuadrat – kuadrat (JK) untuk semua sel untuk daftar a x b.

$$= n \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{0j0} - \bar{Y}_{000})^2.$$

$$= \sum_{i=1}^b \sum_{j=1}^b \left(J_{0j0}^2 / n \right) - R_y$$

AB_y = Jumlah kuadrat – kuadrat untuk interaksi antara faktor A dan faktor B.

$$= n \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{ij0} - \bar{Y}_{000} - \bar{Y}_{0j0} - \bar{Y}_{i00})^2$$

$$= J_{ab} - A_y - B_y \text{ dengan } dk = (a-1)(b-1)$$

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - A_y - B_y - AB_y \text{ dengan } dk = ab(n-1)$$

A = Mean kuadrat untuk faktor A

$$= A_y / (a-1)$$

B = Mean kuadrat untuk faktor B

$$= A_y / (b-1)$$

AB = Mean kuadrat untuk A dan B.

$$= AB_y / (a-1)(b-1)$$

$$E = E_y / ab(n-1)$$

Setelah perhitungan selesai, hasilnya dimasukkan ke dalam daftar anava sebagai berikut :

Tabel 6. Rangkuman Anava Dua Jalan.

| Sumber Variasi | Derajat Kebebasan (dk) | Jumlah Kuadrat (JK) | Mean Kuadrat (KT) | F |
|---------------------|------------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Rata-rata perlakuan | 1 | R | | |
| A | a-1 | y | A | KTA/KTE |
| B | b-1 | A | y/dkA | KTB/KT |
| AB | (a-1)(b-1) | y | By | E |
| Kekeliruan (E) | ab(n-1) | B | /dkB | KTAB/KTE |
| | | y | A | |
| | | A | by/dkAB | |
| | | By | Ey | |
| | | E | /dkE | |
| | | y | | |
| Jumlah | ab | Σ | - | - |
| | n | Y ² | | |

Karena dalam penelitian ini ada dua buah taraf faktor A dan tiga buah taraf faktor B, yang semuanya digunakan dalam eksperimen, maka untuk menghitung statistik F, digunakan model tetap, yaitu :

$$Ho_1 \text{ dipakai statistik } F = A/E \quad a : \text{ Taraf kolom}$$

$$Ho_2 \text{ dipakai statistik } F = B/E \quad b : \text{ Taraf baris}$$

$$Ho_3 \text{ dipakai statistik } F = AB/E$$

5) Menetapkan kesimpulan.

$$F_A < F_t, \longrightarrow Ho_1 \text{ diterima.}$$

$$F_B < F_t, \longrightarrow Ho_2 \text{ diterima.}$$

$$F_{AB} < F_t, \longrightarrow Ho_3 \text{ diterima.}$$

(Sumber : Sudjana, 1989:114)

b. Komparasi Ganda Pasca Anava Dua Jalan

Komparasi ganda pasca anava bertujuan untuk mengetahui rerata mana yang berbeda atau rerata mana yang sama. Dalam penelitian ini, komparasi ganda yang digunakan untuk tindak lanjut anava dua jalan adalah dengan memakai metode *Scheffe*.

Langkah-langkah yang harus ditempuh pada metode *Scheffe* adalah sebagai berikut :

- 1) Mengidentifikasi semua pasangan komparasi rata-rata yang ada.
- 2) Menentukan tingkat signifikansi $\alpha = 1\%$
- 3) Mencari nilai statistik uji F dengan menggunakan formula :

a. Uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar baris.

$$F_{i-j} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\text{RKG} \left(\frac{1}{n \cdot i} + \frac{1}{n \cdot j} \right)}, \text{ RKG} = E$$

$$\text{Daerah kritik uji (DK)} = \{F \mid F > (p-1) F_{\alpha; p-1, N-pq}\}$$

b. Uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar kolom.

$$F_{i-j} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\text{RKG} \left(\frac{1}{n \cdot i} + \frac{1}{n \cdot j} \right)}, \text{ RKG} = E$$

$$\text{Daerah kritik uji (DK)} = \{F \mid F > (q-1) F_{\alpha; q-1, N-pq}\}$$

c. Uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar sel pada kolom yang sama.

$$F_{ij-kj} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\text{RKG} \left(\frac{1}{n \cdot ij} + \frac{1}{n \cdot kj} \right)}, \text{ RKG} = E$$

$$\text{Daerah kritik uji (DK)} = \{F \mid F > (pq-1) F_{\alpha; pq-1, N-pq}\}$$

d. Uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar sel pada baris yang sama.

$$F_{ij-ik} = \frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)^2}{\text{RKG} \left(\frac{1}{n \cdot ij} + \frac{1}{n \cdot ik} \right)}, \text{ RKG} = E$$

$$\text{Daerah kritik uji (DK)} = \{F \mid F > (pq-1) F_{\alpha; pq-1, N-pq}\}$$

4) Menentukan keputusan uji untuk masing-masing komparasi ganda.

5) Mengambil kesimpulan keputusan uji yang ada.

Keterangan :

F_{i-j} = Nilai F_{obs} . Pada perbandingan baris ke i dan baris ke j

F_{ij-kj} = Nilai F_{obs} . Pada perbandingan rata-rata pada sel ke i dan sel ke j

\bar{X}_i = Rataan pada baris ke- i .

\bar{X}_j = Rataan pada baris ke- j .

\bar{X}_{ij} = Rataan pada sel ij .

\bar{X}_{kj} = Rataan pada sel kj .

RKG = E = Rataan kuadrat galat.

$n \cdot i$ = Ukuran sampel baris ke- i .

$n \cdot j$ = Ukuran sampel baris ke- j .

$n \cdot ij$ = Ukuran sel ij .

$n \cdot kj$ = Ukuran sel kj .

(Sumber : Budiyono, 2000:209)

Uji *Scheffe* yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan uji *Scheffe* untuk komparasi rata-rata antar baris, komparasi rata-rata antar kolom, komparasi rata-rata antar sel pada kolom yang sama dan komparasi rata-rata antar sel pada baris yang sama. Hal ini dilakukan agar benar-benar diketahui tingkat perbedaan besarnya pengaruh masing-masing kombinasi perlakuan terhadap

besarnya kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.

BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Deskripsi Data

Seperti diungkap pada Bab III, penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang melibatkan dua faktor yang disimbolkan dengan huruf A dan B. Faktor A adalah jenis sistem pengapian (AC-CDI dan DC-CDI) dan faktor B adalah jenis bensin (Premium, Pertamax dan Pertamax Plus). Kedua faktor tersebut merupakan variabel bebas, sedangkan variabel terikatnya adalah kadar karbon monoksida (CO) gas buang. Data hasil eksperimen selengkapnya dapat diperiksa pada Tabel 8.

Tabel 7. Hasil Eksperimen (dalam % volume)

| | | Faktor B | | | Jumlah Keseluruhan | Rata-Rata Keseluruhan | |
|-----------------------------------|------------------|----------|--------------|----------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | | Variasi | Jenis Bensin | | | | |
| | | | Premium | Pertamax | | | Pertamax Plus |
| Faktor A (Jenis Sistem Pengapian) | AC-CDI | 0,88 | 0,67 | 0,68 | 11,10 | | |
| | | 0,87 | 0,87 | 0,60 | | | |
| | | 0,82 | 0,72 | 0,61 | | | |
| | | 0,85 | 0,67 | 0,58 | | | |
| | | 0,89 | 0,77 | 0,62 | | | |
| | Jumlah | 4,31 | 3,70 | 3,09 | | | |
| | Rata-rata | 0,86 | 0,74 | 0,62 | | 0,74 | |
| | DC-CDI | 0,75 | 0,62 | 0,63 | 10,57 | | |
| | | 0,73 | 0,68 | 0,63 | | | |
| | | 0,77 | 0,70 | 0,61 | | | |
| 0,85 | | 0,69 | 0,69 | | | | |
| 0,85 | | 0,67 | 0,71 | | | | |
| Jumlah | 3,94 | 3,36 | 3,27 | | | | |
| Rata-rata | 0,79 | 0,67 | 0,65 | | 0,70 | | |
| Jumlah Besar | 8,25 | 7,06 | 6,36 | 21,67 | | | |
| Rata-rata Besar | 0,82 | 0,71 | 0,64 | | 0,72 | | |

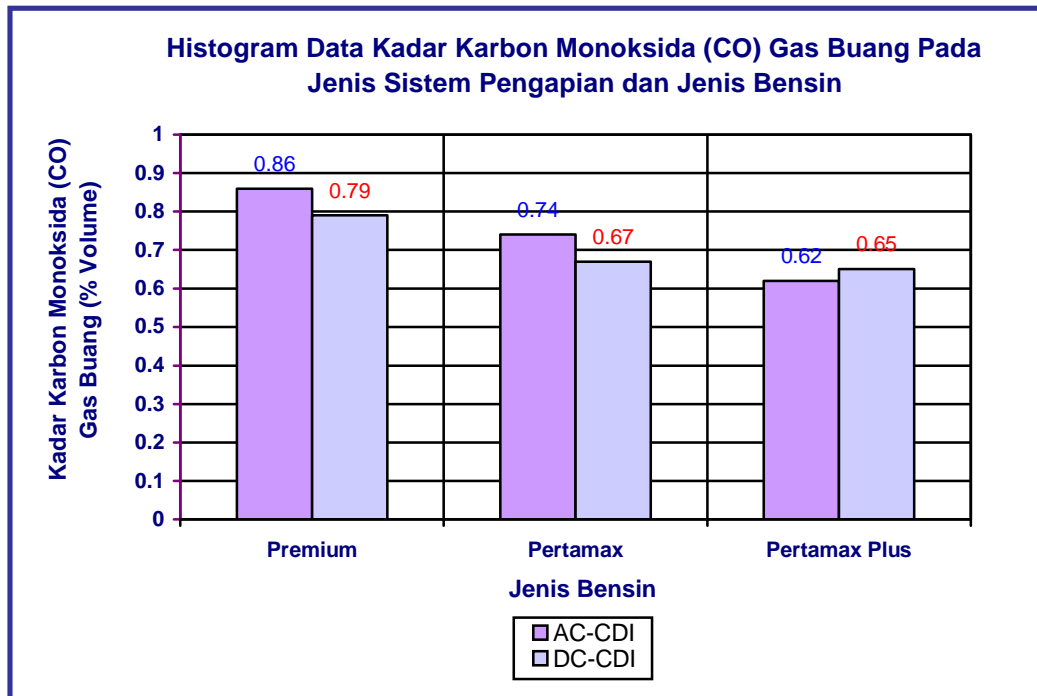
Data hasil pengukuran kadar karbon monoksida (CO) gas buang seperti ditunjukkan dalam Tabel 8 diatas, diperoleh berdasarkan angka atau skala nominal yang terukur pada alat *Exhaust Gas Analyzer*. Satuan untuk harga dari kadar karbon monoksida (CO) gas buang ini adalah dalam % volume.

Tabel 8 memperlihatkan bahwa data pengaruh jenis sistem pengapian terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang disusun berdasarkan baris, sedangkan data pengaruh jenis bensin yang digunakan terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang disusun berdasarkan kolom, untuk jelasnya dapat diperiksa pada Tabel 9.

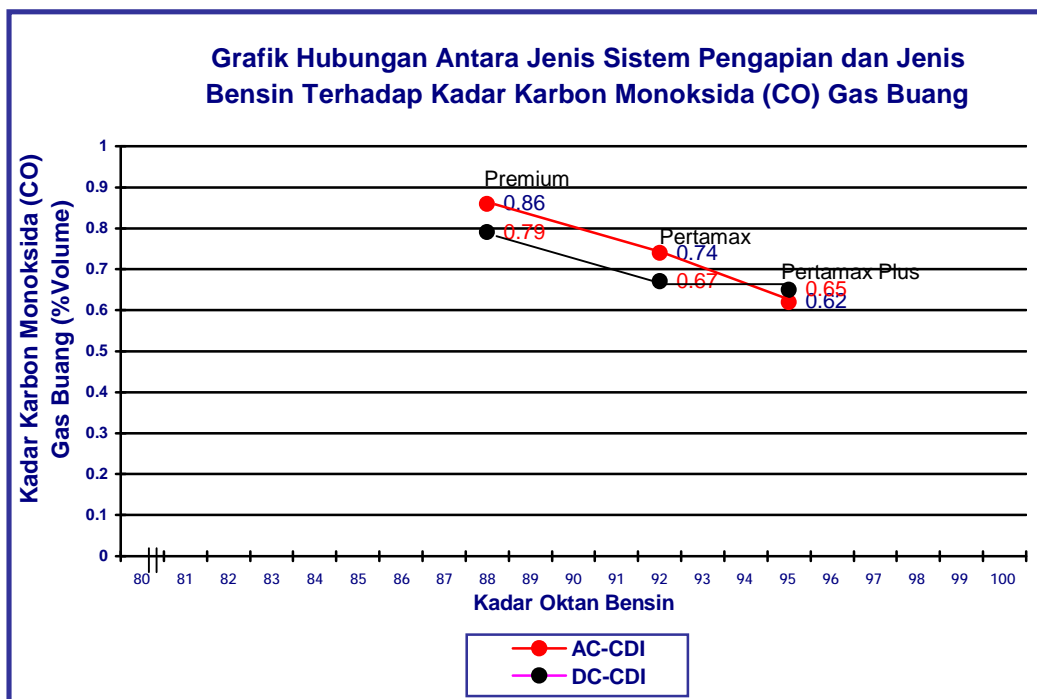
Tabel 8. Data Hasil Pengukuran Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang (% volume)

| Jenis Sistem Pengapian | Jenis Bensin | | |
|------------------------|--------------|----------|---------------|
| | Premium | Pertamax | Pertamax Plus |
| AC-CDI | 0,86 | 0,74 | 0,62 |
| DC-CDI | 0,79 | 0,67 | 0,65 |

Histogram pada Gambar 17, dapat diamati bahwa jenis sistem pengapian AC-CDI dengan menggunakan bensin pertamax plus menghasilkan kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah, tetapi bila diambil rata-rata besar (keseluruhan) maka jenis sistem pengapian DC-CDI menghasilkan kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah. Hal ini berarti sistem pengapian DC-CDI dengan arus listrik berasal dari baterai menghasilkan pengapian yang lebih konstan, sehingga pembakaran terjadi lebih sempurna bila dibandingkan dengan jenis sistem pengapian AC-CDI dengan arus listrik berasal dari koil eksitasi. Sedangkan untuk jenis bensin, maka bensin pertamax plus dengan RON (*Research Octane Number*) 95, menghasilkan kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah bila dibandingkan bensin premium dengan RON 88 dan pertamax dengan RON 92, hal ini berarti angka oktan pada bensin berpengaruh terhadap kesempurnaan pembakaran terutama kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang dihasilkan.



Gambar 17. Histogram Hubungan Antara Jenis Sistem Pengapian Dan Jenis Bensin Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003.



Gambar 18. Grafik Hubungan Antara Jenis Sistem Pengapian Dan Jenis Bensin Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003.

B. Uji Prasyarat Analisis

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dan data yang diperoleh sebelum dianalisis dengan uji Analisis Variansi dua jalan, dilakukan uji pendahuluan atau uji prasyarat yang meliputi Uji Normalitas dan Uji Homogenitas.

1. Uji Normalitas

Uji Normalitas dipakai untuk menguji apakah data hasil penelitian yang didapatkan mempunyai distribusi yang normal atau tidak. Uji ini dilakukan dengan menggunakan uji normalitas *Liliefors* dengan taraf signifikansi 1 %. Selanjutnya mencari harga $L_{maks} \{ |F(Z_i) - S(Z_i)| \}$ pada masing-masing kelompok perlakuan. Kemudian harga L_{maks} dikonsultasikan dengan harga L_{Tabel} . Pada Tabel dengan $n = 15$, diperoleh L_{Tabel} sebesar 0,257 dan $n = 10$, diperoleh L_{tabel} sebesar 0,294. Jika hasil perhitungan mendapatkan harga L_{maks} lebih kecil dari harga L_{Tabel} , maka data berdistribusi normal. Adapun keputusan uji normalitas data selengkapnya ada dalam Tabel 10.

Tabel 9. Hasil Uji Normalitas Dengan Metode *Liliefors*

| Sumber Perlakuan | Data Hasil Uji | Keputusan |
|--|---|---|
| Baris A ₁ (Jenis Sistem Pengapian AC-CDI) | $L_{obs} = 0.187 < L_{0.01:15} = 0.257$ | Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal |
| Baris A ₂ (Jenis Sistem Pengapian DC-CDI) | $L_{obs} = 0.139 < L_{0.01:15} = 0.257$ | Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal |
| Kolom B ₁ (Jenis Bensin Premium) | $L_{obs} = 0.170 < L_{0.01:10} = 0.294$ | Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal |
| Kolom B ₂ (Jenis Bensin Pertamina) | $L_{obs} = 0.236 < L_{0.01:10} = 0.294$ | Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal |
| Kolom B ₃ (Jenis Bensin Pertamina Plus) | $L_{obs} = 0.256 < L_{0.01:10} = 0.294$ | Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal |

Keputusan Uji Normalitas

Karena L_{maks} dari perlakuan tidak berada pada daerah kritik atau lebih kecil dari L_{tabel} , maka H_0 masing-masing perlakuan diterima. Jadi data hasil pengukuran kadar karbon monoksida dengan jenis pengapian dan jenis bensin yang berbeda pada penelitian ini secara keseluruhan berasal dari populasi berdistribusi normal. Perhitungan selengkapnya dapat diperiksa pada Lampiran 2 uji normalitas.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menguji kesamaan beberapa buah rata-rata. Pada penelitian ini, untuk uji homogenitas digunakan metode *Bartlett*, dan pengambilan kesimpulan digunakan taraf signifikansi 1 %. Bila didapatkan harga X^2_{Hitung} lebih besar dari harga X^2_{Tabel} , berarti data yang didapatkan berasal dari sampel yang tidak homogen. Namun bila didapatkan harga X^2_{Hitung} lebih kecil dari harga X^2_{Tabel} , berarti data yang didapatkan berasal dari sampel yang homogen. Data hasil pengujian homogenitas yang telah dilakukan adalah dapat diperiksa pada Tabel 11.

Tabel 10. Hasil Uji Homogenitas Dengan Metode *Bartlett*

| Sumber Variasi | X^2 | $X^2_{(1-\alpha),(k-1)}$ | Keputusan Uji |
|-----------------|-------|--------------------------|----------------|
| C. <u>Baris</u> | 2,50 | 6,63 | H_0 diterima |
| Kolom | 2,05 | 9,21 | H_0 diterima |

Keputusan Uji Homogenitas

Berdasarkan rangkuman hasil uji homogenitas pada Tabel 11. dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : karena masing-masing sumber memenuhi kriteria $X^2 < X^2_{(1-\alpha)(k-1)}$ sehingga X^2_{hitung} tidak terletak pada daerah kritik, maka H_0 diterima. Jadi kedua sumber tersebut (baris dan kolom) berasal dari populasi yang homogen. Perhitungan selengkapnya dapat diperiksa pada Lampiran 3 uji homogenitas.

C. Pengujian Hipotesis

Hasil Pengujian Hipotesis dengan Analisa Varian Dua Jalan

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, yaitu untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dan interaksi yang terjadi pada dua faktor (variabel bebas) dengan masing-masing faktor mempunyai dua taraf dan tiga taraf, maka pengujian hipotesis ini perlu pengujian statistik. Uji statistik yang digunakan adalah analisis variansi dua jalan. Hasil pengujian analisis variansi dua jalan tersebut adalah sebagai indikator ada tidaknya pengaruh jenis sistem pengapian dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.

Perhitungan untuk melihat besarnya pengaruh masing-masing variabel serta interaksi antara kedua variabel tersebut dapat ditunjukkan pada Tabel 12, yaitu Tabel ringkasan hasil uji F untuk anava dua jalan.

Tabel 11. Ringkasan Hasil Uji F untuk Anava Dua Jalan

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | F _{obs} | F _{Tabel} |
|----------------------------|----|-----------|----------|------------------|--------------------|
| Rata-rata perlakuan | 1 | 8,470303 | 8,470303 | | |
| A | 1 | 7,836652 | 7,836652 | 1152,35 | 7,82 |
| B | 2 | 5,094193 | 2,547096 | 374,54 | 5,61 |
| AB | 2 | 1,618103 | 0,809052 | 118,97 | 5,61 |
| Kekeliruan | 24 | 0,163214 | 0,006801 | | |
| Jumlah | 30 | 23,182465 | - | - | - |

Keterangan :

A : Jenis Pengapian (AC-CDI dan DC-CDI)

B : Jenis Bensin (Premium, Pertamax dan Pertamax Plus)

AB : Pengaruh bersama (interaksi) antara Jenis Pengapian dan Jenis Bensin

Berdasarkan rangkuman hasil Uji F untuk anava dua jalan pada Tabel 12 di atas dapat diambil keputusan uji sebagai berikut :

- a. Perbedaan Pengaruh Jenis Sistem Pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003 (Faktor A).

Tabel 11 menunjukkan bahwa $F_{\text{observasi}} = 1152,35$ dan $F_{\text{tabel}} = 7,82$ sehingga $F_{\text{observasi}} > F_{\text{tabel}}$. Kesimpulannya adalah ada perbedaan pengaruh antara jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003, **jadi hipotesis pertama dapat diterima.**

- b. Perbedaan Pengaruh Jenis Bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003 (Faktor B).

Tabel 11 menunjukkan bahwa $F_{\text{observasi}} = 374,54$ dan $F_{\text{tabel}} = 5,61$, sehingga $F_{\text{observasi}} > F_{\text{tabel}}$. Kesimpulannya adalah ada perbedaan pengaruh antara jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003, **jadi hipotesis kedua dapat diterima.**

- c. Perbedaan Pengaruh Bersama (Interaksi) Antara Jenis Sistem Pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) dan Jenis Bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) Terhadap Kadar Karbon Monoksida (CO) Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Supra Tahun 2003.

Tabel 11 menunjukkan bahwa $F_{\text{observasi}} = 118,97$ dan $F_{\text{tabel}} = 5,61$, sehingga $F_{\text{observasi}} > F_{\text{tabel}}$. Kesimpulannya adalah ada perbedaan pengaruh bersama (interaksi) antara jenis sistem pengapian dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003, **jadi hipotesis ketiga dapat diterima.**

Hasil Komparasi Ganda Pasca Anava Dua Jalan

Setelah dilakukan perhitungan analisis data dengan menggunakan analisa variansi dua jalan untuk melihat perbedaan reratanya agar menjadi lebih jelas, dilanjutkan dengan uji komparasi ganda. Komparasi ganda setelah anava dua jalan yang

dilakukan di sini adalah dengan menggunakan Uji *Scheffe* untuk analisa variansi dua jalan. Rataan masing-masing komparasi ganda pasca anava dapat diperiksa pada lampiran hasil perhitungan Uji *Scheffe* untuk analisis variansi dua jalan yakni pada Tabel 12, 13, 14 dan 15.

Tabel 12. Hasil Komparasi Rataan Antar Baris (Jenis Sistem Pengapian)

| No. | Sumber perbedaan antar baris | $F_{obs.}$ | $(p-1)F_{\alpha;p-1,N-pq}$ | Kesimpulan |
|-----|------------------------------|------------|----------------------------|---------------|
| 1. | AC-CDI \times DC-CDI | 55,75 | 7,82 | Ada perbedaan |

Keterangan : Ada perbedaan jika $F_{obs.} > (p-1)F_{\alpha;p-1,N-pq}$

Tabel 13. Hasil Komparasi Rataan Antar Kolom (Jenis Bensin).

| No. | Sumber perbedaan antar kolom | $F_{obs.}$ | $(q-1)F_{\alpha;q-1,N-pq}$ | Kesimpulan |
|-----|----------------------------------|------------|----------------------------|---------------|
| 1. | Premium \times Pertamina | 133,34 | 11,22 | Ada perbedaan |
| 2. | Premium \times Pertamina Plus | 202,41 | 11,22 | Ada perbedaan |
| 3. | Pertamax \times Pertamina Plus | 69,07 | 11,22 | Ada perbedaan |

Keterangan : Ada perbedaan jika $F_{obs.} > (q-1)F_{\alpha;q-1,N-pq}$

Tabel 14. Hasil Komparasi Rataan Antar Sel Pada Kolom yang Sama.

| No. | Sumber perbedaan antar kolom | | $F_{obs.}$ | $(pq-1)F_{\alpha;pq-1,N-pq}$ | Kesimpulan |
|-----|------------------------------------|----------------------------------|------------|------------------------------|---------------------|
| | A. Antar A B. (Jenis Pengapian) | C. Faktor B D. (Jenis Bensin) | | | |
| 1. | AC-CDI \times DC-CDI | Premium | 44,25 | 19,50 | Ada perbedaan |
| 2. | AC-CDI \times DC-CDI | Pertamax | 35,30 | 19,50 | Ada perbedaan |
| 3. | AC-CDI \times DC-CDI | Pertamax Plus | 16,83 | 19,50 | Tidak ada perbedaan |

Keterangan : Ada perbedaan jika $F_{obs.} > (pq-1)F_{\alpha;pq-1,N-pq}$

Tabel 15. Hasil Komparasi Rataan Antar Sel Pada Baris yang Sama.

| No. | Sumber perbedaan antar baris | | $F_{obs.}$ | $(pq-1)F_{\alpha;pq-1, N-pq}$ | Kesimpulan |
|-----|------------------------------|-----------------|------------|-------------------------------|---------------------|
| | Antar B (Jenis Bensin) | Jenis Pengapian | | | |
| 1. | Premium >< Pertamina | AC-CDI | 71,21 | 19,50 | Ada perbedaan |
| 2. | Premium >< Pertamina Plus | AC-CDI | 132,12 | 19,50 | Ada perbedaan |
| 3. | Pertamax >< Pertamina Plus | AC-CDI | 60,90 | 19,50 | Ada perbedaan |
| 4. | Premium >< Pertamina | DC-CDI | 62,26 | 19,50 | Ada perbedaan |
| 5. | Premium >< Pertamina Plus | DC-CDI | 71,03 | 19,50 | Ada perbedaan |
| 6. | Pertamax >< Pertamina Plus | DC-CDI | 8,77 | 19,50 | Tidak ada perbedaan |

Keterangan : Ada perbedaan jika $F_{obs.} > (pq-1)F_{\alpha;pq-1, N-pq}$

Hasil perhitungan Uji *Scheffe* pasca anava menunjukkan bahwa semua F_{obs} lebih besar dari kriteria uji, sehingga semua kombinasi perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.

- a. Jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI), memberikan perbedaan pengaruh terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.
- b. Jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus), memberikan perbedaan pengaruh terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.
- c. Jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) dalam semua jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) memberikan perbedaan pengaruh terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.
- d. Jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) dalam semua jenis pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) memberikan perbedaan pengaruh terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.

D. Pembahasan Hasil Analisis Data

Setelah dilakukan analisis data hasil eksperimen dapat dikemukakan fakta-fakta sebagai berikut :

1. Tabel 11 dapat dilihat bahwa pengaruh jenis pengapian (AC-CDI dan DC-CDI) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang, menunjukkan bahwa harga $F_{\text{observasi}}$ yang lebih besar dari harga F_{tabel} pada taraf signifikan 0,01, yaitu $F_{\text{observasi}} = 1152,35 > F_{\text{tabel}} = 7,82$. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ada perbedaan pengaruh yang sangat signifikan antara jenis pengapian terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini disebabkan karena jenis pengapian CDI tersebut berbeda pada arus *inputnya*, untuk sistem AC-CDI arus *input* berasal dari koil eksitasi, sedangkan untuk sistem DC-CDI arus *input* berasal dari baterai. Perbedaan arus *input* ini mengakibatkan perbedaan tegangan *output* pada koil pengapian, sehingga api busi yang dihasilkan berbeda pula, sehingga mempengaruhi kesempurnaan pembakaran campuran bahan bakar dan udara.
2. Tabel 11 dapat dilihat bahwa pengaruh jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang, menunjukkan bahwa harga $F_{\text{observasi}}$ yang lebih besar daripada F_{tabel} pada taraf signifikan 0,01, yaitu $F_{\text{observasi}} = 374,54 > F_{\text{tabel}} = 5,61$. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ada perbedaan pengaruh yang signifikan antara jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini disebabkan karena kadar oktan pada bensin berpengaruh terhadap kesempurnaan pembakaran campuran bahan bakar dan udara, semakin besar kadar oktan pada bensin akan semakin kecil kemungkinan untuk terjadi detonasi, yang berarti bahwa pembakaran yang terjadi akan lebih sempurna sehingga akan berpengaruh terhadap kadar emisi gas buang yang dihasilkan terutama kadar karbon monoksida.
3. Tabel 11 dapat dilihat bahwa pengaruh bersama (interaksi) antara jenis pengapian (AC-CDI dan DC-CDI) dan jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) ditunjukkan dengan harga $F_{\text{observasi}}$ lebih besar dari pada F_{tabel}

pada taraf signifikan 0,01, yaitu $F_{\text{observasi}} = 118,97 > F_{\text{tabel}} = 5,61$. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ada perbedaan pengaruh bersama (interaksi) antara jenis pengapian dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini dapat dijelaskan bahwa interaksi antara faktor A (Jenis Sistem Pengapian) dan faktor B (Jenis Bensin) secara bersama-sama mempengaruhi harga kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003.

4. Komparasi ganda pasca anava yang dilakukan dengan menggunakan uji *Scheffe*, menunjukkan bahwa kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada beberapa kondisi perlakuan ada yang mempunyai perbedaan dan ada yang tidak mempunyai perbedaan, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12, 13, 14 dan 15 beserta penjelasannya. Hal ini seperti dijelaskan diatas bahwa jenis sistem pengapian CDI dengan arus *input* yang berbeda akan mempengaruhi arus *output* dari koil ke busi, sehingga besarnya api busi akan mempengaruhi proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara. Begitu juga dengan jenis bensin yang digunakan. Bensin dengan angka oktan yang berbeda akan mempengaruhi proses pembakaran, karena semakin tinggi angka oktan yang dimiliki bensin, semakin kecil pula untuk terjadi detonasi sehingga proses pembakaran bahan bakar dan udara akan terjadi lebih sempurna. Dari keadaan tersebut maka setiap perlakuan mempunyai karakteristik yang berlainan.
5. Tabel 8 merupakan rangkuman hasil perhitungan kadar karbon monoksida (CO) gas buang dan rata-rata (mean) setiap kelompok perlakuan. Kadar karbon monoksida (CO) gas buang dengan sistem pengapian AC-CDI dan jenis bensin premium adalah yang paling tinggi, hal ini disebabkan karena sistem pengapian AC-CDI tergantung dari putaran mesin, semakin tinggi putaran mesin semakin besar arus yang disuplai ke sistem pengapian dan begitu pula sebaliknya, sedangkan bensin premium adalah bensin yang memiliki angka oktan paling rendah sehingga kemungkinan terjadinya detonasi menjadi lebih besar, sehingga proses pembakaran yang terjadi

menjadi kurang sempurna dan hal ini akan berpengaruh terhadap emisi gas buang yang dihasilkan terutama kadar karbon monoksida.

6. Gambar 18 merupakan grafik hubungan antara jenis sistem pengapian dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Grafik tersebut diperoleh berdasarkan hasil penelitian, pada grafik tersebut dapat diamati kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah adalah jenis pengapian AC-CDI dengan menggunakan bensin pertamax plus. Hal ini terlihat pada data penelitian bahwa kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah sebesar 0,62 % volume.
7. Pada grafik Gambar 18 dapat diamati bahwa kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling tinggi adalah bensin premium dengan sistem pengapian AC-CDI. Hal ini terlihat pada data penelitian bahwa kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling tinggi sebesar 0,86 % volume.
8. Pada grafik tersebut juga dapat diamati bahwa bensin pertamax plus pada sistem pengapian DC-CDI menghasilkan kadar karbon monoksida (CO) gas buang sebesar 0,65 % volume, lebih tinggi bila dibandingkan dengan sistem pengapian AC-CDI sebesar 0,62 % volume. Hal ini dikarenakan pada saat penelitian untuk sistem pengapian DC-CDI tegangan baterai tidak diukur, sehingga diperkirakan pada saat pengujian tegangan baterai turun, sehingga berpengaruh terhadap tegangan *output* dari CDI ke koil pengapian, dan hal ini akan berpengaruh pula terhadap besarnya api busi yang dihasilkan, sekaligus berpengaruh terhadap proses pembakaran. Selain itu untuk pemakaian bensin pertamax plus diperlukan penyetelan kompresi, karena bensin pertamax plus termasuk bensin beroktan tinggi (RON 95). Angka oktan yang bertambah atau naik, perlu penyesuaian pada kompresi (kompresi dinaikkan), jadi bila kompresi tidak tepat atau tidak sesuai akan berpengaruh terhadap proses pembakaran. Kompresi yang naik diperlukan penyetelan saat pengapian (dengan memajukan saat pengapian), hal ini bertujuan agar campuran udara dan bahan bakar tidak terbakar dengan sendirinya, sebelum di bakar oleh api busi.

Mengacu pada hasil rata-rata penggunaan sistem pengapian AC-CDI dan DC-CDI serta jenis bensin yang berbeda memiliki pengaruh terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Dalam penelitian ini, ketiga hipotesis diterima, artinya bahwa hipotesis tentang pengaruh jenis sistem pengapian CDI dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003 di dukung oleh data. Jadi dalam penelitian ini semua hipotesis dapat diterima dalam taraf signifikan yang ditetapkan sebesar 1 %.

BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. Simpulan Penelitian

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan pada BAB IV dengan mengacu pada perumusan masalah, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Ada perbedaan pengaruh yang sangat signifikan pada taraf kesalahan 1 % yaitu pada jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini dapat dilihat pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa $F_{obs} = 1152,35$ lebih besar daripada $F_{tabel} = 7,82$. Sistem pengapian DC-CDI menghasilkan kadar karbon monoksida (CO) gas buang lebih rendah daripada sistem pengapian AC-CDI, dengan rata-rata kadar karbon monoksida pada DC-CDI = 0,70 % volume < AC-CDI = 0,74 % volume.
2. Ada perbedaan pengaruh yang sangat signifikan pada taraf kesalahan 1 % yaitu pada jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini dapat dilihat pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa $F_{obs} = 374,54$ lebih besar daripada $F_{tabel} = 5,61$.
3. Ada perbedaan pengaruh bersama (interaksi) yang signifikan pada taraf kesalahan 1 % antara jenis sistem pengapian CDI (AC-CDI dan DC-CDI) dan jenis bensin (Premium, Pertamina dan Pertamina Plus) terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra tahun 2003. Hal ini dapat dilihat pada hasil uji analisis data yang menyatakan bahwa $F_{obs} = 118,97$ lebih besar dari $F_{tabel} = 5,61$.
4. Kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah adalah pada jenis sistem pengapian DC-CDI dengan menggunakan bensin Pertamina Plus. Hal ini dapat dilihat rata-rata kadar karbon monoksida (CO) gas buang untuk DC-CDI = 0,70 % volume < AC-CDI = 0,74 % volume, sedangkan rata-rata

kadar karbon monoksida (CO) gas buang untuk jenis bensin pertamax plus = 0,64 % volume < jenis bensin pertamax = 0,71 % volume < jenis bensin premium = 0,82 % volume.

Hasil penelitian ini menyatakan bahwa sistem pengapian DC-CDI menghasilkan pengapian yang lebih baik dan pembakaran yang lebih sempurna, sehingga menghasilkan emisi gas buang dengan kadar karbon monoksida (CO) lebih rendah dari sistem pengapian AC-CDI. Sedangkan untuk jenis bensin yang menghasilkan kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang paling rendah adalah bensin pertamax plus dengan RON (*Research Octane Number*) 95.

B. Implikasi Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang didukung oleh landasan teori yang telah dikemukakan, tentang pengaruh jenis sistem pengapian CDI dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor Honda Supra Tahun 2003, dapat diterapkan ke dalam beberapa implikasi yang dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Implikasi Teoritis

Penelitian ini menyelidiki pengaruh jenis sistem pengapian CDI dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang pada sepeda motor honda supra tahun 2003. Jenis sistem pengapian CDI dalam hal ini adalah sistem pengapian AC-CDI, yaitu sistem pengapian elektronik dengan arus listrik berasal dari koil eksitasi dan DC-CDI, yaitu sistem pengapian elektronik dengan arus listrik berasal dari baterai. Arus *input* ke rangkaian CDI yang berbeda ini akan mempengaruhi besarnya tegangan induksi kumparan sekunder koil pengapian yang secara langsung berpengaruh pula terhadap besarnya api busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara. Sedangkan jenis bensin dalam hal ini adalah bensin premium dengan RON 88, bensin pertamax dengan RON 92 dan bensin pertamax plus dengan RON 95. Perbedaan angka oktan pada bensin ini akan mempengaruhi kesempurnaan pembakaran pada bahan bakar itu sendiri,

semakin tinggi angka oktan pada bensin, akan semakin kecil kemungkinannya untuk terjadi detonasi, sehingga pembakaran yang dihasilkan akan lebih sempurna. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengembangan penelitian selanjutnya, yang relevan dengan masalah yang dibahas pada penelitian ini, di samping itu, juga sebagai bukti bahwa kadar karbon monoksida (CO) gas buang dipengaruhi oleh jenis pengapian dan jenis bensin yang digunakan, serta masih banyak variabel-variabel lain yang berpengaruh terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang perlu untuk diselidiki.

2. Implikasi Praktis

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menentukan jenis pengapian elektronik CDI pada sepeda motor yang relatif banyak digunakan oleh masyarakat. Masing-masing sistem pengapian tersebut mempunyai keuntungan dan kerugian sendiri-sendiri, sehingga perlu untuk dikembangkan lagi sistem pengapian elektronik terutama sistem pengapian CDI yang memiliki keuntungan dari keduanya (AC-CDI dan DC-CDI) dan meminimalisir kerugian yang ada.

Selain itu masyarakat sebagai konsumen dapat memilih jenis sepeda motor beserta jenis bensin sebagai bahan bakarnya dengan informasi yang benar dalam hal pengaruh jenis pengapian dan jenis bensin terhadap kadar karbon monoksida (CO) gas buang yang dihasilkan.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dan implikasi yang ditimbulkan, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya yang serupa sangat baik kalau dianalisa faktor-faktor lain yang mempengaruhi kadar karbon monoksida (CO) gas buang, seperti, beban dan putaran mesin, jenis busi, lebar celah busi, homogenitas campuran bahan bakar dan udara, perbandingan campuran bahan bakar dan udara, kerapatan campuran bahan bakar dan udara serta perbandingan kompresi.

2. Perlu penelitian lebih lanjut tentang pengaruh jenis pengapian CDI dan jenis bensin pada sepeda motor dengan merk dan tahun pembuatan yang berbeda.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk pengembangan dan inovasi sistem pengapian AC-CDI dan DC-CDI.
4. Untuk meminimalisir kadar karbon monoksida (CO) gas buang, dapat menggunakan sistem pengapian DC-CDI, karena arus yang dihasilkan lebih stabil sehingga proses pembakaran terjadi lebih sempurna dan putaran mesin lebih optimal.
5. Untuk pemakaian bensin sebaiknya menggunakan bensin pertamax plus karena proses pembakaran terjadi lebih sempurna, sehingga tenaga mesin yang dihasilkan lebih meningkat, selain itu emisi gas buang terutama kadar karbon monoksida (CO) yang dihasilkan lebih rendah, sehingga dapat meminimalisir kadar karbon monoksida (CO) gas buang sebagai unsur pencemar udara yang paling utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM & Berenschot, H. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta : Erlangga
- Arikunto, S. 1996. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rineka Cipta
- Banzai, Ltd. *Cara Kerja MEXA – 554J Series*. Tokyo. Japan
- Budiyono. 2000. *Statika Dasar Untuk Penelitian*. Surakarta : UNS Press.
- Daryanto, Drs., 2002. *Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor*. Jakarta. Bumi Aksara
- Fitzgerald, A,E, David E,H, & Grabel, Arvin, 1981. *Dasar-dasar Elektro Teknik (Jilid 2)*. Jakarta : Erlangga
- Hadi Suganda, Ir. & Katsumi Kageyama, Prof. Dr., 1996. *Pedoman Perawatan Sepeda Motor*. Jakarta : Pradnya Paramita
- Honda Astrea Supra. *Buku Pedoman Reparasi*. Jakarta : PT. Astra International
- Ibrahim KF. 1986. *Prinsip Dasar Elektronika*. Jakarta : Erlangga
- Pertamina. Edisi Mei 2003. *Bahan Bakar Minyak, Elpiji dan BBG*. Direktorat Bidang Pemasaran dan Niaga Departemen Pengembangan Pasar BBM
- PT. Astra Honda Motor. *Sistem Listrik*. Jakarta : Astra Honda Training Centre
- PT. Astra International Tbk-Honda. *Pengantar Praktek Listrik Honda*. Jakarta: Astra Honda Training Centre
- PT. Toyota-Astra Motor. 2004. *Bahan bakar jenis apa yang dapat digunakan pada TOYOTA AVANZA?* www. Toyota Avanza. Com
- Sudjana. 1989. *Metode Statistika*. Bandung : Tarsito
- Toyota Astra Motor. 1995. *New Step 1*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor
- Toyota Astra Motor. *Step 2*. Jakarta : PT. Toyota Astra Motor
- Wardan Suyanto. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta : Depdikbud
- Wasito S. 1986. *Vademekum Elektronika*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- _____. *Bensin Apa Yang Seharusnya Anda Beli?* . www. Suara Pembaruan. com