



**PERBANDINGAN UNJUK KERJA MESIN SEPEDA MOTOR 4  
LANGKAH 160 CC DENGAN MENGGUNAKAN *PROGRESSIVE  
IGNITION COIL RACING GENERATION (R9)* DAN KOIL STANDAR  
MOTOR**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan  
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

**Oleh**

**Muhammad Isma'ul Faliq**

**5202413069**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

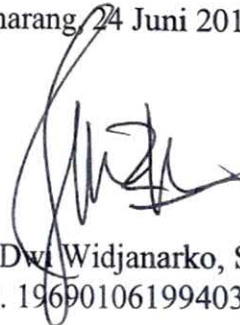
**2019**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Muhammad Isma'ul Faliq  
NIM : 5202413069  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Judul : PERBANDINGAN UNJUK KERJA MESIN SEPEDA  
MOTOR 4 LANGKAH 160 CC DENGAN  
MENGUNAKAN *PROGRESSIVE IGNITION COIL*  
*RACING GENERATION (R9)* DAN KOIL STANDAR  
MOTOR

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 24 Juni 2019



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.  
NIP. 196901061994031003

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul PERBANDINGAN UNJUK KERJA MESIN SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH 160 CC DENGAN MENGGUNAKAN *PROGRESSIVE IGNITION COIL RACING GENERATION (R9)* DAN KOIL STANDAR MOTOR telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal ..... bulan ..... tahun .....


Oleh

Nama : Muhammad Isma'ul Faliq  
NIM : 5202413069  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif


Panitia:

Ketua

Sekretaris



Rusiyanto, S.Pd., M.T.  
NIP. 197403211999031002




Dr. Ir. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T., IPP.  
NIP. 197509272006041002


Penguji I

Penguji II


Penguji III/Pembimbing I



Wahyudi, S.Pd., M.Eng.  
NIP. 198003192005011001




Adhetya Kurniawan, S.Pd., M.Pd.  
NIP. 198505172015041001



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.  
NIP. 196901061994031003

Mengetahui:



Dekan Fakultas Teknik  
UNNES  
Dr. Nur Qudus, M.T. IPM.  
NIP. 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 30 Maret 2019  
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Isma'ul Faliq  
NIM. 5202413069

## RINGKASAN

Muhammad Isma'ul Faliq. 2019. Perbandingan Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor 4 Langkah 160 CC dengan Menggunakan *Progressive Ignition Coil Racing Generation* (R9) dan Koil Standar Motor. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd.,S.T.,M.T.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan torsi dan daya sepeda motor Honda Megapro 160 CC dengan menggunakan koil *racing* tipe *progressive ignition coil racing generation* (R9) dan koil standar.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Data hasil penelitian menggunakan analisis statistik deskriptif yaitu dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul setelah diberikan perlakuan selama penelitian, dengan penyajian data berupa tabel, grafik dan perhitungan rata-rata. Pada pengujian ini digunakan alat *Dyno test* untuk mengetahui torsi dan daya yang dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa menggunakan *Progressive Ignition Coil* (R9) dibandingkan koil standar meningkatkan torsi dan daya pada sepeda motor. Rata-rata torsi yang dihasilkan pada saat menggunakan *Progressive Ignition Coil* (R9) lebih besar 2,6 % yaitu sebanyak 0,28 N.m jika dibandingkan dengan rata-rata torsi pada saat menggunakan koil standar, sedangkan rata-rata daya yang dihasilkan pada saat menggunakan *Progressive Ignition Coil* (R9) lebih besar 2,06 % yaitu sebanyak 0,16 kW jika dibandingkan dengan rata-rata daya pada saat menggunakan koil standar.

Kata kunci : *Koil, koil racing, torsi, daya.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Perbandingan Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor 4 Langkah 160 cc dengan Menggunakan *Progressive Ignition Coil Racing Generation (R9)* dan Koil Standar Motor”.

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya dalam menyelesaikan proposal skripsi ini tidak lepas dari bantuan orang lain. Oleh karena itu, ijinlah penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T. Ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Kedua Orang tua, kakak, dan adik saya yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi.
5. Teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya pelaksanaan penelitian skripsi. Akhir kata, dengan tangan terbuka dan tanpa mengurangi makna serta isi skripsi ini, semoga dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang, Maret 2019

Muhammad Isma'ul Faliq  
NIM. 5202413069

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
RINGKASAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	7
A. Kajian Teori.....	7
B. Kajian Penelitian Yang Relevan.....	30
C. Kerangka Pikir Penelitian.....	32



D. Pertanyaan Penelitian .....	33
BAB III. METODE PENELITIAN.....	34
A. Bahan Penelitian .....	34
B. Alat dan Skema Penelitian.....	35
C. Prosedur Penelitian .....	37
BAB VI. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	40
A. Hasil Penelitian .....	40
B. Pembahasan.....	45
BAB V. PENUTUP.....	51
A. Kesimpulan .....	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	53

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Prinsip dasar pembangkitan tegangan pada koil .....	11
Gambar 2.2 Skema Cara Kerja Sistem Pengapian Platina.....	12
Gambar 2.3 Skema Cara Kerja Sistem Pengapian CDI .....	14
Gambar 2.4 Koil Pengapian .....	18
Gambar 2.5 Koil Jenis <i>Canister</i> .....	19
Gambar 2.6 Koil Jenis <i>Moulded</i> .....	20
Gambar 2.7 Koil Jenis Batang .....	20
Gambar 2.8 <i>Progressive Ignition Coil Racing Generation / Koil R9</i> .....	22
Gambar 2.9 Kontruksi Busi.....	23
Gambar 2.10 Diagram Pembakaran Motor Bensin .....	25
Gambar 2.11 Osilogram Tegangan Pengapian.....	27
Gambar 2.12 Keseimbangan Energi pada Motor Bakar .....	28
Gambar 2.13 Skema Prinsip Perhitungan Torsi.....	29
Gambar 2.14 Kerangka Pikir Penelitian.....	32
Gambar 3.1 Skema Instalasi Pengujian Daya dan Torsi .....	36
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Torsi Rata-Rata Motor Menggunakan Koil Standar dan Koil R9.....	42
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Daya Rata-Rata Motor Menggunakan Koil Standar dan Koil R9.....	44

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Dynamometer</i> .....	35
Tabel 3.2 Lembar Pengambilan Data Penelitian Daya dan Torsi .....	39
Tabel 4.1 Hasil Uji Perbandingan Torsi pada Poros Roda Menggunakan Koil Standar Dan Koil <i>Racing</i> .....	40
Tabel 4.2 Hasil Uji Perbandingan Torsi pada Poros Roda Menggunakan Koil Standar Dan Koil <i>Racing</i> .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Data Hasil Penelitian Daya dan Torsi.....	58
Lampiran 2. Data Hasil Uji Performa .....	59
Lampiran 3. Surat Tugas Pembimbing Skripsi .....	65
Lampiran 4. Surat Tugas Penguji Seminar Proposal Skripsi .....	66
Lampiran 5. Dokumentasi.....	67

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Dewasa ini sarana transportasi memiliki peranan penting bagi masyarakat, namun seiring berjalannya waktu, penggunaan kendaraan bermotor oleh konsumen membuat performa mesin sepeda motor mulai menurun dari keadaan standar pabrik. Sehingga mendorong konsumen untuk melakukan perubahan dalam rangka mengembalikan performa mesin atau bahkan untuk meningkatkan performa mesin menjadi lebih baik dengan tetap mengandalkan mesin yang orisinil melalui peningkatan tenaga yang dibangkitkan oleh sepeda motor.

Salah satu cara yang ditempuh untuk meningkatkan tenaga mesin kendaraan bermotor melalui modifikasi. Modifikasi adalah melakukan perubahan atau penggantian komponen tertentu dari kendaraan bermotor yang mempunyai tujuan diantaranya adalah agar torsi dan daya yang dihasilkan lebih besar, penampilan kendaraan bermotor lebih menarik dan konsumsi bahan bakar lebih hemat. Modifikasi yang dilakukan harus dengan perhitungan yang teliti atau berdasarkan pengalaman, karena modifikasi yang tidak benar pada komponen justru akan menyebabkan tenaga berkurang dan pemborosan bahan bakar. Tenaga mesin kendaraan bermotor dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya tingkat energi panas (kalor) yang dihasilkan melalui proses pembakaran, efisiensi volumetrik, perbandingan kompresi, dan jenis kendaraan bermotor.

Pembakaran sempurna dalam suatu mesin pembakaran dalam, menjadi kunci pokok dalam indikasi suatu mesin dengan performa yang baik, ramah lingkungan

dan mempunyai efisiensi bahan bakar yang baik. Pengapian haruslah tepat waktu. Namun pengapian atau *ignition* yang tepat, dirasa masih belum cukup untuk menunjang pembakaran yang sempurna jika loncatan bunga api belum mampu membakar semua bahan bakar di dalam silinder (Wijanarko dan Wailanduw, 2014).

Hal-hal yang harus menjadi perhatian utama untuk proses peningkatan itu adalah sistem-sistem dalam mesin tersebut. Salah satunya adalah sistem pengapian (Wijanarko dan Wailanduw, 2014). Pengoptimalan sistem pengapian dapat dilakukan dengan mengganti atau memodifikasi komponen pengapian standar dengan komponen pengapian tipe *racing* sehingga didapat percikan bunga api busi yang lebih besar. Pada penelitian Subroto (2009) menjelaskan bahwa koil pengapian dengan *performance* tinggi (*Koil Racing*) digunakan untuk menghasilkan tegangan percikan bunga api yang tinggi, koil ini mampu menyediakan penyimpanan energi besar yang dapat digunakan para mekanik dalam memodifikasi sebuah motor.

Kondisi motor yang prima mempunyai peranan yang sangat penting. Kondisi motor yang prima sangat bergantung dengan komponen-komponen yang berada di dalamnya, apakah setiap komponen dalam motor dapat berfungsi dengan baik. Salah satu komponen yang berpengaruh adalah koil (Mario dan Wibowo, 2007). Sedangkan koil standar Honda Megapro adalah koil keluaran pabrik dengan tegangan yang dibatasi (Ramadhani, 2016).

Syaifuddin dan Muhaji (2016) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa sistem pengapian pada sepeda motor Honda Megapro mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembangkitan unjuk kerja yang dihasilkan oleh suatu mesin.

Tenaga yang menggerakkan mesin diperoleh dari hasil pembakaran campuran antara bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar. Apabila sistem pengapian tidak bekerja dengan baik dan tepat, maka proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar akan terganggu sehingga unjuk kerja yang dihasilkan oleh mesin akan berkurang. Akan tetapi yang sering diabaikan oleh para pengguna sepeda motor Honda Megapro yaitu besar kecilnya percikan bunga api pada busi. Sebagai pemicu utama proses pembakaran, jika percikan bunga api besar dapat dipastikan bahan bakar akan terbakar lebih sempurna dan unjuk kerja mesin pun akan semakin maksimal dibandingkan dengan percikan bunga api yang sangat kecil.

Menurut Idrys *et al.*, (2016) selain nilai oktan dan campuran udara dengan bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar, sistem pengapian juga memiliki pengaruh terhadap performa motor bensin 4 langkah. Salah satu komponen dalam sistem pengapian adalah koil yang memiliki fungsi menaikkan tegangan yang diterima dari baterai menjadi tegangan yang lebih tinggi. Tegangan yang tinggi tersebut kemudian dihubungkan ke busi dengan sebuah kabel yang biasa disebut sebagai kabel busi. Pada kabel busi, besarnya hambatan berbanding lurus dengan panjang kabel. Semakin panjang kabel busi, hambatan yang terjadi semakin besar. Untuk menyikapi hal ini kabel busi yang digunakan dibuat lebih pendek supaya hambatan berkurang. Pada penelitian ini koil yang digunakan adalah koil standar motor dengan kode 4 ST dengan panjang kabel busi 18 cm. Dalam pengujian, dilakukan variasi panjang kabel busi menjadi 3, yaitu dari panjang mula mula 18 cm menjadi 9 cm (50%) dan 4,5 cm (25 %). Hasil pengujian menunjukkan performa

motor bensin terbaik diperoleh dari penggunaan koil dengan panjang kabel busi 25 %.

Dapat diketahui bahwa dengan mengurangi panjang kabel busi dapat menaikkan performa motor. Pada saat ini banyak pabrikan koil yang menawarkan koil *racing* seperti *progressive ignition coil racing generation* (R9) koil tanpa kabel busi sebagai pengganti koil standar. Hal tersebut diharapkan performa mesin sepeda motor Honda Megapro dapat meningkat.

### **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diidentifikasi sebagai permasalahan yang ada sebagai berikut:

1. Pengapian motor Honda Megapro dengan koil standar keluaran pabrik tegangannya masih dibatasi sehingga masih belum optimal.
2. Besar kecilnya tegangan koil sangat mempengaruhi pengapian pada proses pembakaran bahan bakar.
3. Kabel busi yang terlalu panjang akan mempengaruhi pengapian yang diluncurkan ke busi.

### **C. Pembatasan Masalah**

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi dengan mencari perbedaan unjuk kerja mesin menggunakan *progressive ignition coil racing generation* (R9) dan koil standar sepeda motor. Pengujian dilakukan pada sepeda motor Honda Megapro 160 cc dengan parameter pengujian unjuk kerja mesin pada torsi dan daya mesin. Pengujian unjuk kerja mesin dilakukan menggunakan alat *Dynotest*.



**D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan torsi sepeda motor Honda Megapro 160 cc dengan menggunakan koil *racing tipe progressive ignition coil racing generation* (R9) dan koil standar?
2. Bagaimana perbandingan daya sepeda motor Honda Megapro 160 cc dengan menggunakan koil *racing tipe progressive ignition coil racing generation* (R9) dan koil standar?

**E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui:

1. Membandingkan torsi sepeda motor Honda Megapro 160 cc dengan menggunakan koil *racing tipe progressive ignition coil racing generation* (R9) dan koil standar.
2. Membandingkan daya sepeda motor Honda Megapro 160 cc dengan menggunakan koil *racing tipe progressive ignition coil racing generation* (R9) dan koil standar.

**F. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan torsi kendaraan Honda Megapro agar mampu melalui tanjakan dengan lancar.
2. Meningkatkan daya kendaraan Honda Megapro agar mempunyai kecepatan yang tinggi untuk mempersingkat waktu tempuh.

3. Untuk menambah wawasan bagi masyarakat tentang penerapan *progressive ignition coil racing generation* (R9) pada sepeda motor Honda Megapro 160 cc sebagai salah satu langkah alternatif dalam memodifikasi kendaraan.
4. Sebagai referensi dan pertimbangan terkait penelitian pengembangan sistem pengapian pada sepeda motor.
5. Sebagai bahan pustaka di lingkungan Universitas Negeri Semarang khususnya Jurusan Teknik Mesin Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Motor Bakar**

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin panas / kalor yang mengubah tenaga kimia dari bahan bakar menjadi tenaga mekanis dan perubahan itu dilaksanakan dalam mesin itu sendiri. Saat ini motor bakar torak dengan gerakan torak bolak-balik mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia, hampir setiap orang telah menikmati manfaat yang dihasilkan oleh motor bakar, misalnya dalam bidang transportasi sepeda motor (Daryanto, 2008:19).

Motor bakar adalah suatu pesawat kalor yang mengubah tenaga panas kedalam bentuk tenaga mekanis. Perubahan tenaga ini bermula dari peristiwa pembakaran bahan bakar (misalnya: bensin, solar) dalam suatu ruang untuk menimbulkan ledakan. Ledakan yang timbul dimanfaatkan untuk mendorong bagian yang bergerak. Dengan suatu sistem pengubah arah gerak, maupun langsung akhirnya didapatkan tenaga putar yang dapat digunakan untuk sumber penggerak pesawat-pesawat lain (Haryono, 1997:1). Menurut Sudarminto (1973:7) motor bakar adalah sebuah pesawat tenaga yang menghasilkan tenaga penggerak dari hasil pembakaran bahan bakar didalam silinder.

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran

yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar. Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah (Rahardjo, 2014:12).

Tujuan dari mesin pembakaran dalam atau *internal combustion engine* (ICE) adalah produk dari daya mekanik yang dihasilkan dari energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar (Heywood, 1988:1). Keuntungan dari mesin pembakaran dalam dibandingkan dengan mesin pembakaran luar adalah konstruksinya lebih sederhana, tidak memerlukan fluida kerja yang banyak dan efisiensinya lebih tinggi. Sedangkan mesin pembakaran luar keuntungannya adalah bahan bakar yang digunakan lebih beragam, mulai dari bahan bakar padat sampai bahan-bakar gas, sehingga mesin pembakaran luar banyak dipakainya untuk keluaran daya yang besar dengan bahan bakar murah. Pembangkit tenaga listrik banyak menggunakan mesin uap. Untuk kendaraan transportasi mesin uap tidak banyak dipakai dengan pertimbangan konstruksinya yang besar dan memerlukan fluida kerja yang banyak (Rahardjo, 2014:12).

Motor *otto* empat langkah, motor ini juga disebut motor campuran mengisap campuran yang mudah terbakar biasanya terdiri atas bensin dan udara pada saat terjadi langkah isap motor ini. Berlawanan dengan motor diesel (pencampuran bahan bakar dengan udara terjadi dalam silinder pada akhir langkah pemampatan). Perubahan tekanan selama proses kerja terjadi dalam ruang di atas piston (Arends

dan Berenschot, 1980:6). Desain mesin SI (*Spark Ignition*) dicirikan oleh campuran yang homogen dan penyalaan busi. Campuran homogen terbentuk di luar silinder mesin dan pembakaran dimulai di dalam silinder pada khususnya waktu menjelang akhir langkah kompresi. Proses pencampuran dilakukan di karburator dan sangat penting dalam mesin *Spark Ignition* (Kumar, 2012).

## **2. Sistem Pengapian**

Sistem pengapian adalah sistem yang digunakan untuk membakar campuran udara-bahan bakar di mesin pembakaran dalam. Sistem pengapian populer di bidang mesin pembakaran dalam seperti yang digunakan dalam mesin bensin sebagai daya mayoritas kendaraan bermotor. Sistem pengapian listrik pertama adalah pistol listrik mainan Alessandro Volta di tahun 1780-an. Hari ini semua mesin bensin menggunakan percikan listrik untuk pengapian. Bentuk paling sederhana dari pengapian dirancang memanfaatkan magnet, baik dengan memperbaiki magnet atau memutar magnet di sekitar kumparan menggunakan energi yang disediakan oleh mesin (Kumar dan Kumar, 2015).

Sistem pengapian menimbulkan arus tegangan tinggi yang menghendaki untuk memproduksi loncatan bunga api listrik di antara elektroda busi dan membakar campuran bahan bakar udara. Loncatan bunga api listrik harus diberi pada waktu yang tepat dalam silinder yang tepat. Dengan pengapian baterai, tegangan baterai adalah rendah (6-12 V) dan dinaikkan sampai 5000-15000 Volt. Sistem pengapian baterai umumnya dipergunakan untuk mesin sistem 2 tak dan 4 tak pada mobil. Dengan sistem magnet tegangan tinggi timbul dalam magnet dan karena sistem bekerjanya bebas dari baterai atau generator. Pengapian magnet

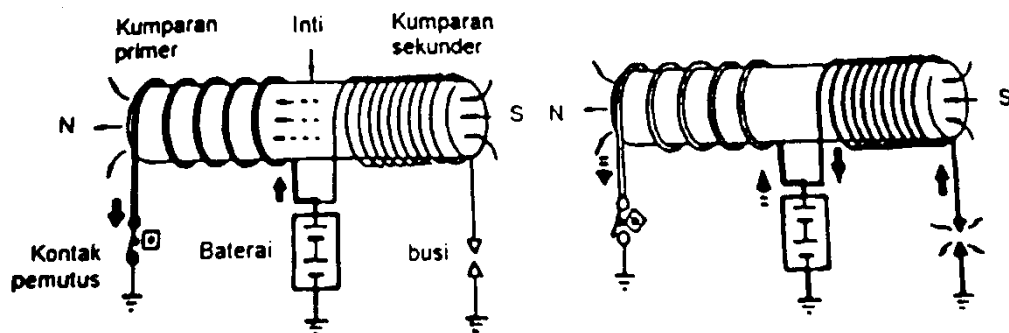
dipergunakan di antaranya pada traktor, vespa (kendaraan beroda dua, peralatan penggerak mesin (Daryanto, 2003:62).

Menurut Amri dan Setiawan (2011:5) sistem pengapian berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai menjadi 10 kv atau lebih dengan mempergunakan *ignition coil* dan kemudian membagi-bagikan tegangan tinggi tersebut ke masing-masing busi melalui distributor dan kabel tegangan tinggi, jika ingin mendapatkan pengapian yang sempurna maka keadaan busi harus bagus (kumparan busi masih aktif) dan penyaluran ke pusat listrik (mesin) harus tepat pada kop silinder mesin, agar percikan listrik di busi lebih besar.

Percikan busi berupa percikan eliktrik. Pada tengah busi terdapat elektroda yang dihubungkan dengan kabel ke koil pengapian (*ignition coil*) di luar busi, dengan *ground* pada bagian bawah busi, membentuk suatu celah percikan di dalam silinder (Amri dan Setiawan, 2011:5).

Pembangkitan tegangan tinggi pada sistem pengapian terjadi di koil. Apabila kontak pemutus (*breaker point*) dalam keadaan tertutup (gambar 2.1 kiri), maka arus dari baterai akan mengalir ke kumparan primer, ke kontak pemutus, kemudian ke massa. Aliran arus pada kumparan ini akan menyebabkan terjadinya medan magnet di sekeliling kumparan. Pada keadaan ini, energi listrik yang mengalir diubah menjadi energi dalam bentuk medan magnet. Apabila secara tiba-tiba kontak pemutus terbuka (gambar 2.1 kanan), maka dengan cepat arus pada kumparan primer terputus. Terputusnya aliran arus ini menyebabkan medan magnet di sekitar kumparan hilang dengan cepat. Perubahan garis gaya magnet dengan cepat di sekitar kumparan menyebabkan terjadinya tegangan pada kumparan

tersebut. Jadi, energi dalam bentuk medan magnet tersebut dikembalikan ke kumparan dalam bentuk energi listrik. Pada kedua kumparan akan terjadi tegangan induksi. Pada kumparan primer disebut dengan induksi diri (*self induction*) dan pada kumparan sekunder disebut induksi mutual (*mutual induction*). Apabila pada ujung kumparan sekunder terhubung dengan suatu elektroda positif dan negatif, maka akan terjadi loncatan bunga api di antara kedua elektroda tersebut (Widjanarko, 2014: 1).



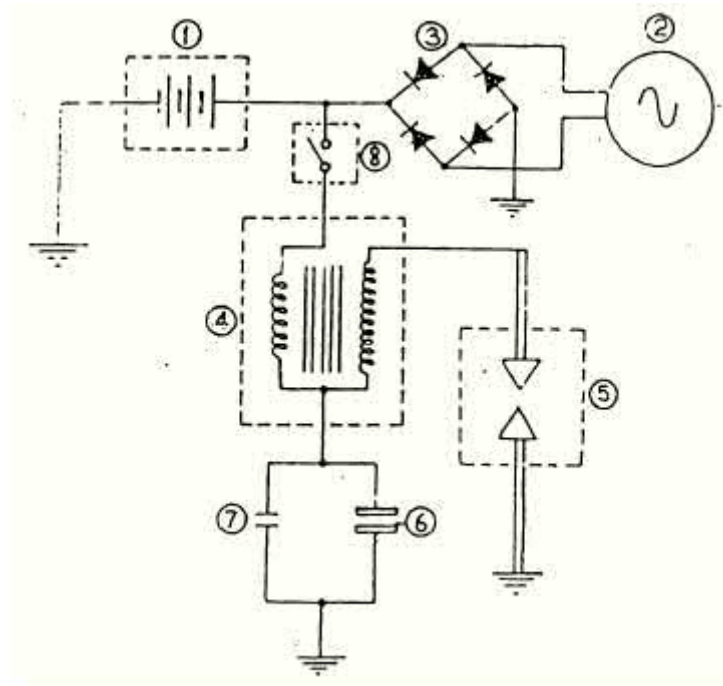
Gambar 2.1. Prinsip dasar pembangkitan tegangan pada koil (Widjanarko, 2014: 2).

Sistem pengapian menurut Idrys *et al.*, (2016:5), yaitu:

a. Sistem Pengapian Konvensional (Platina)

Platina merupakan salah satu komponen sistem pengapian yang berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus listrik yang mengalir menuju koil. Platina bekerja sebagai saklar yang menyalurkan listrik dari kumparan primer koil ke massa dan memutuskan aliran listrik tersebut untuk menghasilkan induksi tegangan tinggi. Pembukaan dan penutupan platina digerakkan oleh *cam* / nok pada interval waktu yang telah ditentukan. Menurut Kale dan Patil (2015) jenis kontroler ini biasanya kurang akurat dan kesalahan tambahan diperkenalkan karena kerusakan mekanisme

kontak pemutus sering penggunaan. Pemeliharaan dan penyesuaian sering diperlukan untuk meminimalkan kesalahan.



keterangan:

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1. Baterai                                  | 5. Busi                               |
| 2. Kumbaran Pengisian ( <i>Alternator</i> ) | 6. Kontak Platina                     |
| 3. <i>Rectifier Regulator</i>               | 7. Kondensor                          |
| 4. Koil Pengapian ( <i>Ignition Coil</i> )  | 8. Kunci Kontak ( <i>Ig. Switch</i> ) |

Gambar 2.2 Skema sistem pengapian platina (Nugraha, 2005:21)

Kontak platina dalam keadaan menutup (nok/*cam* pada posisi tidak menekan kontak platina). Arus dari sumber tegangan (baterai/sistem pengisian)  $\Rightarrow$  Kunci Kontak  $\Rightarrow$  Kumbaran Primer Koil Pengapian  $\Rightarrow$  Kontak Platina  $\Rightarrow$  Massa. Akibatnya pada kumbaran primer koil pengapian terjadi kemagnetan (Nugraha, 2005: 22).

Kontak platina mulai membuka nok/*cam* pada posisi mulai menekan platina. Kontak platina membuka, memutuskan arus primer yang mengalir ke massa,



sehingga kemagnetan pada kumparan primer koil pengapian hilang. Pada saat yang bersamaan, kondensor akan menyerap arus yang diputus oleh kontak platina, sehingga pemutusan arus primer akan berlangsung lebih cepat dan sempurna (tanpa adanya loncatan bunga api pada kontak platina). Hilangnya kemagnetan pada kumparan primer koil pengapian menyebabkan timbulnya induksi tegangan tinggi ( $\pm 10.000$  Volt) pada kumparan sekunder koil pengapian yang diteruskan ke busi dan diubah menjadi percikan bunga api oleh elektroda Busi yang berguna untuk menciptakan proses pembakaran di dalam silinder (Nugraha, 2005: 22).

b. Sistem Pengapian Elektronik (CDI)

*Capacitive Discharge Ignition* (CDI) telah banyak digunakan pada mesin pembakaran dalam untuk menggerakkan mayoritas kendaraan bermotor dan mesin pembakaran dalam lainnya. Dalam sistem CDI, rangkaian pengisian pada awalnya mengisi kapasitor tegangan tinggi, dan pada saat pengapian pengisian kapasitor dihentikan oleh sistem kontrol pengapian dan kapasitor dibiarkan melepaskan tegangan ke koil sebelum tegangan mencapai busi (Chauhan dan Singh, 2014).

Sistem pengapian CDI pada motor bensin terdapat dua jenis, yaitu sistem pengapian CDI AC dan sistem pengapian CDI DC. Sistem pengapian CDI AC merupakan sistem pengapian yang bersumber dari motor listrik yang mengalirkan listrik secara berurutan mulai dari CDI, koil kemudian ke busi. Sedangkan sistem pengapian DC adalah sebuah sistem pengapian yang bersumber dari baterai yang dialirkan menuju CDI. Fungsi dari CDI adalah sebagai pemutus arus yang diterima dari baterai kemudian disalurkan ke koil (Idrys *et al.*, 2016:5).



ini akan menyebabkan kapasitor terdischarge (dikosongkan muatannya) dengan cepat  $\Rightarrow$  melalui kumparan primer koil pengapian  $\Rightarrow$  massa koil pengapian. Pada kumparan primer koil pengapian dihasilkan tegangan induksi sendiri sebesar 200 – 300 V. Akhirnya pada kumparan sekunder koil pengapian akan timbul induksi tegangan tinggi sebesar  $\pm 20$  KVolt  $\Rightarrow$  disalurkan melalui kabel busi ke busi untuk diubah menjadi pijaran api listrik (Nugraha, 2005: 50).

Syarat penting yang harus dimiliki oleh motor bensin, agar mesin dapat bekerja dengan efisien menurut Jama dan Wagino (2008b: 165), yaitu :

- a. Tekanan kompresi yang tinggi.
- b. Saat pengapian yang tepat dan percikan bunga api yang kuat.
- c. Perbandingan campuran bensin dan udara yang tepat.

Motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) menghasilkan tenaga dengan jalan membakar campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder. Pada motor bensin loncatan bunga api pada busi diperlukan untuk menyalakan campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder (Toyota. *New Step 1 Training Manual*: 6-12).

Sistem pengapian berfungsi untuk membangkitkan bunga api bunga api yang dapat membakar campuran bahan bakar-udara di dalam silinder (Toyota. *New Step 2 Training Manual*: 1), oleh karena itu syarat-syarat yang harus dipenuhi, sebagai berikut:

- a. Bunga api yang kuat

Saat campuran bahan bakar-udara dikompresikan di dalam silinder, maka kesulitan utama yang terjadi adalah bunga api meloncat diantara celah elektroda

busi sangat sulit, hal ini disebabkan udara merupakan tahanan listrik dan tahananannya akan naik pada saat dikompresikan. Tegangan listrik yang diperlukan harus cukup tinggi, sehingga dapat membangkitkan bunga api yang kuat di antara celah elektroda busi. Terjadinya percikan bunga api yang kuat antara lain dipengaruhi oleh pembentukan tegangan induksi yang dihasilkan, maka bunga api yang dihasilkan bisa semakin kuat (Toyota. *New Step 2 Training Manual*: 1).

b. Saat pengapian yang tepat

Titik dimana pengapian terjadi, berhubungan dengan titik mati atas (TMA) pada langkah kompresi piston, dikenal sebagai waktu pengapian. Pengapian terjadi beberapa waktu sebelum TMA selama langkah kompresi piston (Venkatesh dan Srikantappa, 2017). Pengapian harus sesuai dengan kondisi kecepatan motor, beban dan bahan bakar. Saat terjadinya percikan waktunya harus ditentukan dengan tepat supaya dapat membakar dengan sempurna campuran bahan bakar-udara agar dicapai energi maksimum. Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi api untuk merambat di dalam ruangan bakar untuk mencapai tekanan pembakaran maksimum (Toyota. *New Step 2 Training Manual*: 1).

c. Ketahanan yang cukup

Sistem pengapian harus kuat dan tahan terhadap perubahan yang terjadi setiap saat pada ruang mesin, harus tahan terhadap getaran, panas, atau tahan terhadap tegangan tinggi yang dibangkitkan oleh sistem pengapian itu sendiri (Toyota. *New Step 2 Training Manual*: 1).

### 3. Koil Pengapian

Koil difungsikan sebagai pengubah arus tegangan rendah menjadi tegangan tinggi. Secara fisik koil dikonstruksi mirip dengan trafo (Idrys et al., 2016:5).

Koil pengapian adalah trafo peningkat yang mana menghasilkan tegangan tinggi untuk busi, nilainya antara 5 kv dan 20 kv tergantung kondisi kerja (Mehta dan Barbadekar, 2017). Untuk menghasilkan percikan, listrik harus melompat melewati celah udara yang terdapat di antara dua elektroda pada busi. Karena udara merupakan isolator (pengantar listrik yang jelek), tegangan yang sangat tinggi dibutuhkan untuk mengatasi tahanan dari celah udara tersebut, juga untuk mengatasi sistem itu sendiri dan seluruh komponen sistem pengapian lainnya. Koil pengapian mengubah sumber tegangan rendah dari baterai atau koil sumber (12 V) menjadi sumber tegangan tinggi (10 KV atau lebih) yang diperlukan untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi dalam sistem pengapian. Terdapat dua kumparan yaitu sekunder dan primer di mana lilitan primer digulung oleh lilitan sekunder (Suarnata *et al.*, 2017:3).

Menurut Nugraha (2005:40) Koil pengapian (*Ignition Coil*), berfungsi untuk menaikkan tegangan yang diterima dari sumber tegangan (alternator) menjadi tegangan tinggi yang diperlukan untuk pengapian. Dalam koil pengapian terdapat kumparan primer dan kumparan sekunder yang dililitkan pada tumpukan-tumpukan plat besi tipis. Diameter kawat pada kumparan primer 0,6 – 0,9 mm, dengan jumlah lilitan 200 – 400 kali, sedangkan diameter kawat pada kumparan sekunder 0,05 – 0,08 mm dengan jumlah lilitan sebanyak 2000 – 15.000 kali. Karena perbedaan jumlah gulungan pada kumparan primer dan sekunder tersebut, dengan cara

mengalirkan arus listrik secara terputus-putus pada kumparan primer (sehingga pada kumparan primer timbul/hilang kemagnetan secara tiba-tiba), maka kumparan sekunder akan terinduksi sehingga timbul induksi tegangan tinggi sebesar +- 20.000 volt.

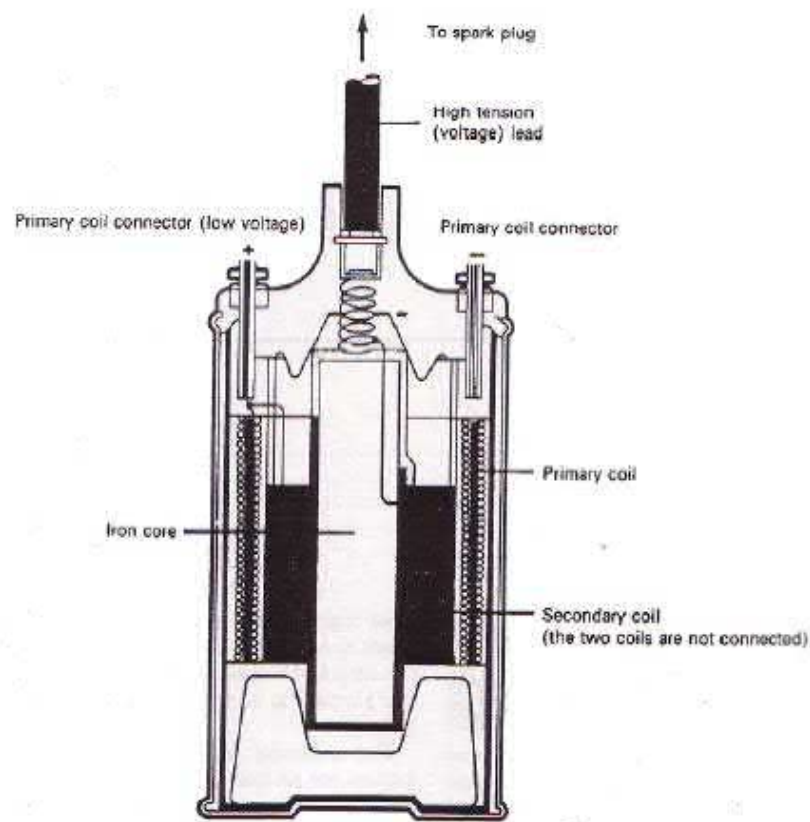


Gambar 2.4 Koil Pengapian (Nugraha, 2005:40)

Koil dibedakan menjadi beberapa jenis menurut Idrys *et al.* (2016: 5), yaitu:

a. Jenis *Canister*

Koil jenis ini biasanya digunakan pada kendaraan yang masih menggunakan platina. (Idrys *et al.* 2016: 5). Mempunyai inti besi di bagian tengahnya dan kumparan sekunder mengelilingi inti besi tersebut. Kumparan primernya berada di sisi luar kumparan sekunder. Keseluruhan komponen dirakit dalam satu rumah di logam *canister*. Kadang-kadang *canister* diisi dengan oli (pelumas) untuk membantu meredam panas yang dihasilkan koil (Jama dan Wagino, 2008b: 178).

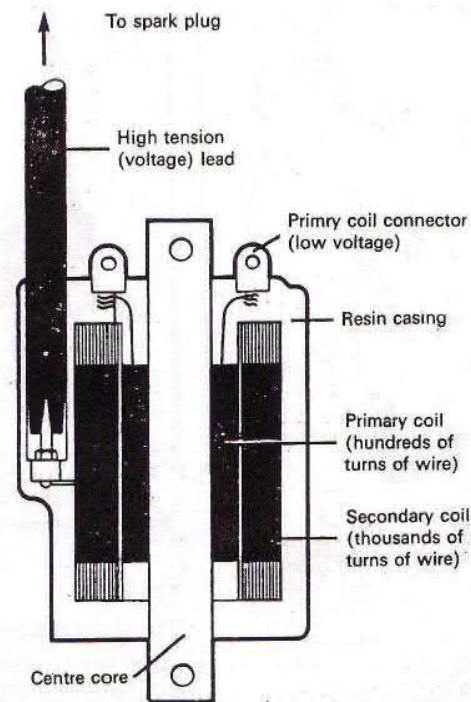


Gambar 2.5 Koil jenis *canister* (Jama dan Wagino, 2008b: 178)

b. Jenis *Moulded*

Jenis *moulded* merupakan tipe yang sekarang umum digunakan. Pada tipe ini inti besi di bagian tengahnya dikelilingi oleh kumparan primer, sedangkan kumparan sekunder berada di sisi luarnya. Keseluruhan komponen dirakit kemudian dibungkus dalam resin supaya tahan terhadap getaran yang biasanya ditemukan dalam sepeda motor. Jenis *moulded* menjadi pilihan yang populer sebab konstruksinya yang tahan dan kuat (Jama dan Wagino, 2008b: 178).

Hasil pengukuran standar Honda Megapro tahanan primer  $0,2 \Omega$  dan tahanan kumparan sekunder  $8,2 \text{ K}\Omega$ . *Output* tegangan tinggi pada putaran 9000 RPM mencapai 10,8 KV (Mashudi dan Wailanduw, 2014:65).



Gambar 2.6 Koil jenis *moulded* (Jama dan Wagino, 2008b: 179)

c. Jenis Batang

Pada koil jenis ini, koil menyatu dengan tutup busi sehingga tidak terdapat kabel busi dalam rangkaianannya. Hal tersebut memungkinkan hambatan yang terjadi menjadi lebih rendah (Idrys *et al.* 2016: 5).



Gambar 2.7 Koil jenis batang (Idrys *et al.* 2016: 5)



#### **4. *Progressive Ignition Coil Racing Generation***

*Progressive ignition coil racing generation* atau koil R9 merupakan koil jenis batang. Menurut Babad150f (2010) besar atau kecil nya percikan api busi juga terpengaruh oleh resistansi kabel busi (kabel yang menghubungkan antara *coil* ke busi) dan juga dari nilai resistansi busi itu sendiri maka dari itu beberapa produsen *racing part* berinovasi menciptakan busi *racing* dan kabel busi *racing* dengan spesifikasi mempunyai nilai ohm yang minim, agar menghasilkan percikan api busi yang maksimal. Menurut informasi dari *owner* produk R9 penggunaan *progressive ignition coil* dapat menambah *horse power* sampai 1,8hp (percobaan di motor ninja 150 rr dan NSR 150) inovasi PIC (*progressive ignition coil*) sebenarnya dari *engine supercar*, yaitu sistem pengapian *distributorless* , pemakaian 1 koil untuk per silinder tanpa distributor.

Menurut Oetomo *et al.* (2014: 48) perbedaan antara koil standar dan koil *racing* yaitu kumparan primer dan sekunder pada koil *racing* lebih banyak dari pada koil standar. Hal ini menyebabkan tegangan yang dihasilkan koil *racing* lebih besar dibandingkan koil standar.

Hasil pengukuran *progressive ignition coil racing generation* tahanan primer  $0.9 \Omega$  dan tahanan kumparan sekunder  $11,56 K\Omega$ . *Output* tegangan tinggi pada putaran 9000 RPM mencapai 22 KV (Aant, 2010).



Gambar 2.8 *Progressive ignition coil racing generation / koil R9* (Babad150f, 2010).

## 5. Busi

Busi merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk menciptakan loncatan bunga api saat dialiri arus listrik tegangan tinggi. Kedua elektroda pada busi dipisahkan oleh isolator agar loncatan listrik hanya terjadi diantara ujung elektroda. Bahan isolator itu sendiri haruslah memiliki tahanan listrik yang tinggi, tidak rapuh terhadap kejutan mekanik dan panas (Machmud, *et al.*, 2013:59).

Menurut Tjatur (2013:70), busi memiliki tuntutan sebagai berikut :1) Mampu menerima beban sampai dengan tegangan 40.000 volt. 2) Daya isolasi sampai dengan 1000 C. 3) Cepat mencapai temperatur pembersihan diri. 4) Perapat ruang bakar. 5) Konstruksi mekanis yang kuat. 6) Tahan terhadap proses kimia yang terjadi di ruang bakar. 7) Tahan terhadap perubahan temperatur :gas panas/campuran bahan bakar yang dingin. 8) Mampu mengalirkan panas pada isolator dan elektrode.



Gambar 2.9. Kontruksi Busi (Tjatur, 2013:71)

Batang penghantar terbuat dari baja dan pada ujungnya dibuat ulir untuk mur pengunci yang dihubungkan ke kabel pengapian atau langsung ke batang penghubung koil. Isolator harus tahan terhadap loncatan listrik tegangan tinggi, sehingga tegangan tinggi tidak meloncat ke samping (Tjatur, 2013:71).

## 6. Proses Pembakaran

Di dalam motor bakar terdapat tenaga panas bahan bakar yang diubah menjadi tenaga mekanik, dalam hal ini merupakan proses pembakaran dalam mesin tersebut. Pembakaran adalah proses kimia dimana zat arang dan zat air bergabung dengan zat asam dalam udara, jika pembakaran berlangsung maka diperlukan:

- 1) Bahan bakar dan udara dimasukkan ke dalam motor.
- 2) Bahan bakar dipanaskan sehingga suhu nyala.

Pembakaran menimbulkan panas yang menghasilkan tekanan yang kemudian menghasilkan tenaga mekanik (Daryanto, 2003:1).

Menurut Haryono (1997:65) pembakaran adalah salah satu langkah kerja dari sebuah motor. Pembakaran ini terjadi akibat dari adanya pemampatan bahan bakar dalam ruang bakar dengan bantuan percikan bunga api oleh busi. Dari keadaan ini berarti pengapian dapat terjadi jauh sebelum torak mencapai TMA (titik mati atas) atau torak telah melewati TMA.

Menurut Arends dan Barendschot (1980:60) pembakaran diawali dengan loncatan api busi pada akhir langkah pemampatan. Pada keadaan biasa kita mendapatkan pembakaran teratur dimana selalu terdapat dua tahapan: ialah bagian yang tidak terbakar dan bagian yang terbakar, keduanya dibatasi oleh api pembakaran. Suhu pembakarannya berkisar antara 2100 K sampai 2500 K.

Menurut Jama dan Wagino (2008a: 60) syarat terjadinya pembakaran yang baik pada suatu motor adalah:

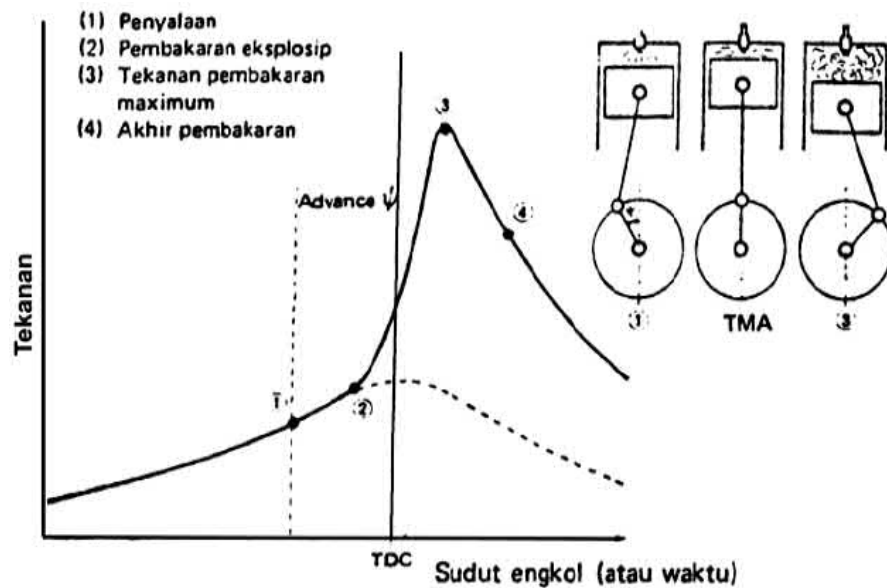
- a. Adanya tekanan kompresi yang cukup.
- b. Campuran bahan bakar dan udara yang cukup.
- c. Suhu yang cukup tinggi untuk pembakaran.

Supaya motor bakar dapat bekerja maka dia harus melakukan empat hal yakni sebagai berikut:

- 1) Mengisap bahan bakar (merupakan campuran bensin dengan udara murni) agar masuk kedalam ruang bakar.
- 2) Menaikkan tekanan gas campuran bensin dan udara agar diperoleh tekanan hasil pembakaran yang cukup tinggi.
- 3) Meneruskan gaya tekanan hasil pembakaran sedemikian rupa sehingga dapat dipakai sebagai tenaga penggerak.

- 4) Membuang gas-gas hasil pembakaran keluar dari ruang pembakaran (Daryanto, 2008:19)

Mesin empat langkah memerlukan 2 putaran poros engkol (4 gerakan torak) untuk menyelesaikan satu siklus di dalam silinder (Jama dan Wagino, 2008a: 70).



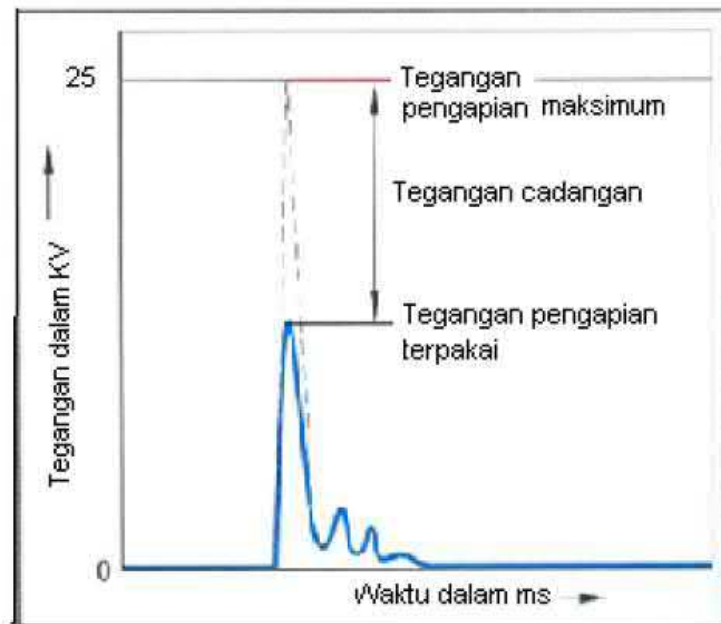
Gambar 2.10 Diagram Pembakaran Motor Bensin (Punantoro, 2013).

Proses pembakaran dalam sebuah motor bensin terbagi menjadi empat tingkat atau periode yang terpisah (Rosid, 2016: 89).

- 1) Waktu pengapian, adalah saat dimana busi memercikan api untuk membakar campuran udara dan bahan bakar (Punantoro, 2013).
- 2) Pembakaran awal, yaitu saat dimana bahan bakar mulai terbakar oleh percikan api dari busi (Punantoro, 2013).
- 3) Puncak pembakaran, yaitu kondisi dimana bahan bakar terbakar pada ledakan maksimalnya. Tenaga ini yang akan digunakan untuk mendorong piston untuk melakukan langkah usaha (Punantoro, 2013).

- 4) Akhir pembakaran, yaitu kondisi dimana bahan bakar telah sepenuhnya (seluruhnya) terbakar. *Ignition delay period* adalah jeda waktu antara timing pengapian dengan awal bahan bakar mulai terbakar. Hal-hal yang mempengaruhi *ignition delay* diantaranya adalah perbandingan kompresi, temperatur udara yang masuk, jenis bahan bakar, dan kecepatan mesin. Lamanya *ignition delay* yang mempengaruhi puncak pembakaran, yang akibatnya berpengaruh terhadap performa mesin (Punantoro, 2013).

Menurut Tjatur (2013: 45) persyaratan adanya pembakaran yang baik juga ditentukan selain rasio campuran yang sesuai, kompresi yang mencukupi dan percikan api yang kuat. Pengapian harus memiliki kemampuan tertentu dengan demikian dapat ditentukan celah busi sehingga tegangan dapat mengionisasi udara pada celah busi. Sebuah pengapian yang memiliki kemampuan pengapian maksimal tetapi pada kenyataannya tegangan tersebut tidak digunakan sepenuhnya, sehingga masih ada tegangan cadangan.

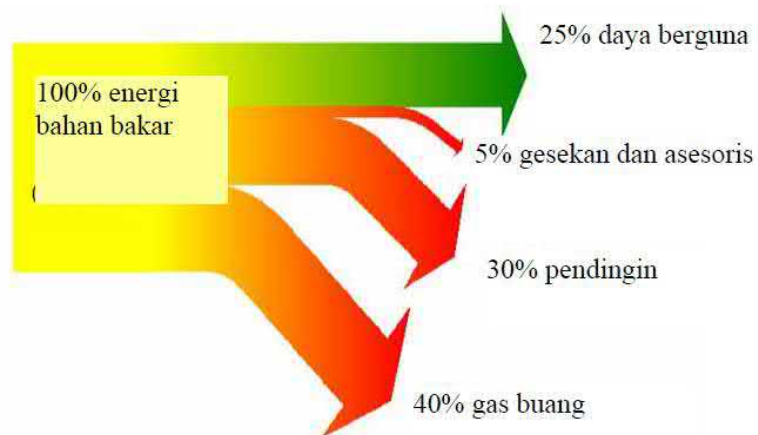


Gambar 2.11 Osilogram Tegangan Pengapian (Tjatur, 2013: 45)

Semakin besar tegangan cadangan maka semakin baik kemampuan sistem pengapian, tetapi semakin tinggi putaran motor maka semakin turun pula tegangan maksimalnya karena waktunya semakin singkat untuk membuat energi listrik pada sistem pengapian, sedangkan tegangan terpakai menjadi lebih besar karena campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar jumlahnya juga bertambah maka daya pengapian yang dibutuhkan juga lebih besar. Oleh karena itu semakin tinggi putaran mesin perlu dibutuhkan energi listrik yang besar dengan tujuan menstabilkan tegangan cadangan ketika tegangan terpakai lebih besar (Tjatur, 2013: 45).

## 7. Performa Mesin

Kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar sehingga menghasilkan daya berguna disebut kemampuan mesin atau prestasi mesin. Pada gambar berikut adalah penggambaran proses perubahan energi bahan bakar.



Gambar 2.12 Keseimbangan energy pada motor bakar (Rahardjo, 2014:23).

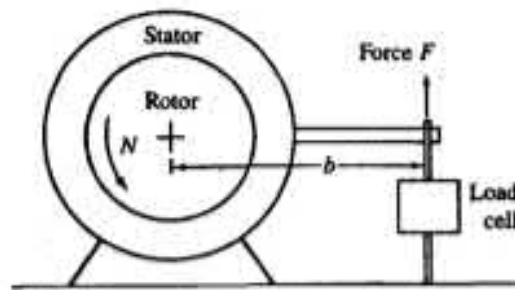
Pada motor bakar tidak mungkin mengubah semua energi bahan bakar menjadi daya berguna. Dari gambar terlihat daya berguna bagiannya hanya 25% yang artinya mesin hanya mampu menghasilkan 25% daya berguna yang bisa dipakai sebagai penggerak dari 100% bahan bakar. Energi yang lainnya dipakai untuk menggerakkan asesoris atau peralatan bantu, kerugian gesekan dan sebagian terbuang ke lingkungan sebagai panas gas buang dan melalui air pendingin (Rahardjo, 2014:23).

Karakteristik untuk kerja suatu motor bakar torak dinyatakan dalam beberapa parameter diantaranya adalah laju konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar spesifik, daya dan torsi yang dikeluarkan mesin. Berikut tampilan rumus dari beberapa parameter yang digunakan dalam menentukan untuk kerja motor bakar torak (Ramdani, 2015:95), Untuk meningkatkan performa mesin tersebut dengan cara meningkatkan volume udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar jadi bertambah besar (Majedi dan Puspitasari, 2017:82) tapi parameter yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan 2 parameter yaitu :



## 1) Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan pekerjaan (Heywood, 1988:45). Didalam praktiknya torsi motor berguna pada waktu kendaraan akan bergerak (start) atau sewaktu mempercepat laju kendaraan, dan tenaga untuk memperoleh kecepatan tinggi (Pambudi, *et al.*, 2016:3). Besarnya torsi mesin dapat dihitung dengan rumus :



Gambar 2.13. Skema prinsip perhitungan torsi (Heywood, 1988:46)

$$T = Fb$$

(Heywood, 1988:46)

Keterangan :

$T$ = Torsi (N.m)

$F$ = Gaya (N)

$b$ = Jarak (m)

2) *Brake Horse Power* (daya)

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Perbandingan perhitungan daya terhadap berbagai macam motor tergantung pada putaran mesin dan momen putar itu sendiri, semakin cepat putaran mesin, rpm yang dihasilkan akan semakin besar sehingga daya yang dihasilkan juga semakin

besar, begitu juga momen putar motornya, semakin banyak jumlah gigi pada roda giginya semakin besar torsi yang terjadi (Mulyono, *et al.*, 2014:31). Besarnya daya mesin dapat dihitung dengan rumus :

$$P = 2\pi N(\text{rev/s})T(\text{N.m}) \times 10^{-3}$$

(Heywood, 1988:46)

Keterangan :

P= Daya (kW)

N= Putaran poros engkol (rev/s)

T= Torsi (N.m)

## **B. Kajian Penelitian yang Relevan**

Hasil penelitian Suarnata *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa sepeda motor Yamaha Mio dengan menggunakan koil standar mendapatkan daya maksimal sebesar 8,87 PS pada 8000 Rpm sedangkan daya minimal sebesar 1,18 PS pada 3000 Rpm. Pengujian dengan daya dan konsumsi bahan bakar menggunakan koil standar mendapatkan SFC maksimal sebesar 18.84 kg/j pada 8000 Rpm, sedangkan SFC minimum 0.08 kg/j pada 3000 Rpm. Hasil pengujian daya dan konsumsi motor yang menggunakan koil racing ktc didapatkan daya maksimal sebesar 9.10 PS pada 8000 rpm, dan daya minimal sebesar 1.45 PS pada 3000 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar maksimal sebesar 19.25 kg/j pada 8000 rpm dan konsumsi bahan bakar minimal 0.17 kg/j pada 3000 rpm.

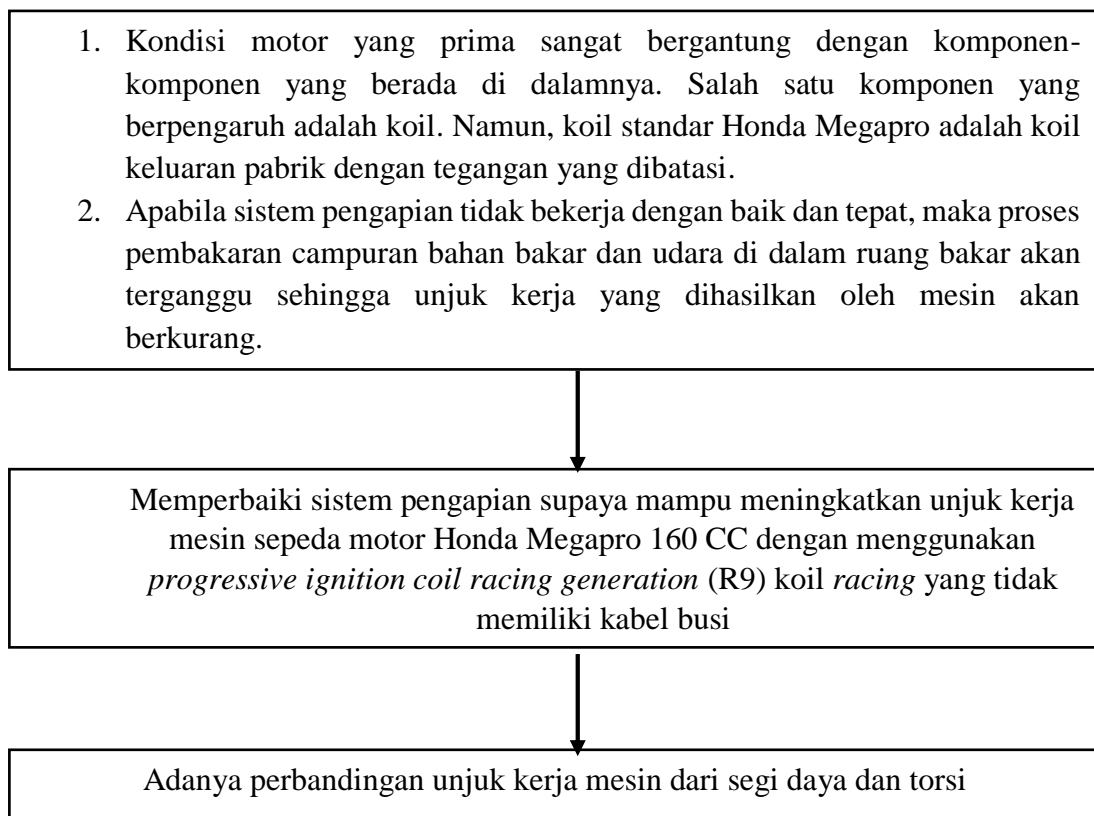
Hasil penelitian Oetomo *et al.*, (2014) dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa daya terendah yang dihasilkan koil standar adalah 6,70 Hp pada putaran mesin 1500 rpm dan daya tertinggi yang dihasilkan adalah 11,17 Hp pada putaran

mesin 4500 rpm. Sedangkan daya terendah yang dihasilkan koil *racing* adalah 7,28 Hp pada putaran mesin 1500 rpm dan daya tertinggi yang dihasilkan adalah 12,35 Hp pada putaran mesin 4500 rpm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan koil *racing* pada sepeda motor memberikan pengaruh yang positif terhadap daya yang dihasilkan. Dimana daya yang dihasilkan dengan menggunakan koil *racing* lebih tinggi daripada daya yang dihasilkan dengan menggunakan koil standar, tetapi tidak ada perbedaan daya yang signifikan antara sepeda motor yang menggunakan koil standar dengan yang menggunakan koil *racing*. Dengan kata lain terdapat perbedaan tetapi tidak signifikan antara penggunaan koil standar dengan penggunaan koil *racing* terhadap daya di putaran mesin 1500 sampai 4500 rpm pada sepeda motor Yamaha Vega R 110cc.

Hasil penelitian Idrys *et al.*, (2016) Pada kabel busi, besarnya hambatan berbanding lurus dengan panjang kabel. Semakin panjang kabel busi, hambatan yang terjadi semakin besar. Untuk menyikapi hal ini kabel busi yang digunakan dibuat lebih pendek supaya hambatan berkurang. Pada penelitian ini koil yang digunakan adalah koil standar motor Yamaha Jupiter z merk Moric dengan kode 4 ST dengan panjang kabel busi 18 cm. Dalam pengujian, dilakukan variasi panjang kabel busi menjadi 3, yaitu dari panjang mula mula 18 cm menjadi 9 cm (50%) dan 4,5 cm (25 %). Hasil pengujian menunjukkan performa motor bensin terbaik diperoleh dari penggunaan koil dengan panjang kabel busi 25 %. Dari pengujian didapatkan hasil torsi sebesar 8,68 Nm pada 5000 rpm dan daya sebesar 8,0 Hp pada 7750 rpm serta hasil dari pengujian KBBS (Konsumsi Bahan Bakar Spesifik) sebesar 0.078 Kg/h.Hp.

Dari penelitian sebelumnya pengujian menggunakan koil *racing* dapat meningkatkan performa kendaraan. Variasi panjang kabel busi juga didapatkan hasil hasil daya dan torsi terbesar pada kabel busi dengan panjang kabel busi terpendek (25%). Untuk meningkatkan unjuk kerja mesin dan mengembangkan penelitian, penelitian lanjut ini menggunakan *progressive ignition coil racing generation* / koil R9 yaitu koil *racing* yang tidak memiliki kabel busi.

### C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.14 Kerangka Pikir Penelitian

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan kerangka berfikir maka dapat diambil hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan antara penggunaan koil standar dan koil *racing* tipe *progressive ignition coil racing generation* (R9) terhadap daya sepeda motor Honda Megapro 160 cc?
2. Bagaimana perbandingan antara penggunaan koil standar dan koil *racing* tipe *progressive ignition coil racing generation* (R9) terhadap torsi sepeda motor Honda Megapro 160 cc?

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Torsi rata-rata sepeda motor yang menggunakan *progressive ignition coil racing generation* (R9) lebih tinggi 2,6% yaitu sebanyak 0,28 N.m jika dibandingkan dengan yang menggunakan koil standar. Torsi maksimal yang dihasilkan saat menggunakan koil *racing* pada putaran 6000 rpm sebesar 13,04 N.m jika dibandingkan pada saat menggunakan koil standar hanya sebesar 12,54 N.m.
- 2) Daya rata-rata sepeda motor yang menggunakan *progressive ignition coil racing generation* (R9) lebih tinggi 2,06% yaitu sebanyak 0,16 kW jika dibandingkan dengan yang menggunakan koil standar. Daya maksimal yang dihasilkan saat menggunakan koil *racing* pada putaran 8000 rpm sebesar 9,72 KW jika dibandingkan pada saat menggunakan koil standar hanya sebesar 9,54 KW.

#### B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini berdasarkan simpulan di atas adalah sebagai berikut:

- 1) Torsi rata-rata sepeda motor yang menggunakan *progressive ignition coil racing generation* (R9) lebih tinggi sedikit 2,6% jika dibandingkan dengan yang

menggunakan koil standar, jadi lebih baik menggunakan koil standar jika tidak terdapat masalah dengan torsi sepeda motor.

- 2) Daya rata-rata sepeda motor yang menggunakan *progressive ignition coil racing generation (R9)* lebih tinggi sedikit 2,06% jika dibandingkan dengan yang menggunakan koil standar, jadi lebih baik menggunakan koil standar jika tidak terdapat masalah dengan daya sepeda motor.
- 3) Peneliti di masa yang akan datang dapat meneliti kandungan emisi antara penggunaan koil standar dan *progressive ignition coil racing generation (R9)*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aant. 2010. Pengujian Koil Motor Lewat 3 Tahap. <https://otomotifnet.gridoto.com/read/02109169/pengujian-koil-motor-lewat-3-tahap?page=all#!%2F> diakses hari Selasa, 24 juli 2018 jam 14.21 WIB.
- Amri, S. dan Setiawan, Y. 2011. *Dasar-dasar Otomotif untuk SMK*. Prestasi Pustakarya. Jakarta.
- Arends dan Barendschot, 1980. *Motor Bensin*. Erlangga. Jakarta.
- Babad150f. 2010. Progressive Ignition Coil, Coil dan Kepala Busi Tanpa Kabel. <https://babad150f.wordpress.com/2010/01/02/progressive-ignition-coil-coilkepala-busi-tanpa-cable/> diakses hari Minggu, 29 April 2018 10.40 WIB.
- Chauhan, M. K. dan Singh, R. 2014. Security Enabled Capacitive Discharge Ignition Using Avr Microcontroller. *International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET)*. 3/6.
- Daryanto. 2003. *Motor Bakar Untuk Mobil*. Rineka Cipta dan Bina Adiaksara. Jakarta.
- Daryanto. 2008. *Teknik Sepeda Motor*. Yrama Widya. Bandung.
- Haryono, G. 1997. *Uraian Praktis Mengenal Motor Bakar*. Aneka Ilmu. Semarang.
- Heywood, J. B., 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: Mc Graw Hill Book Co. Inc
- Honda. (n.d). *Buku Pedoman Reparasi Honda Megapro*. Jakarta: P.T. Astra Honda Motor.
- Idrys, D. Putro, S. Wiyono, S. 2016. Analisis Variasi Panjang Kabel Busi Terhadap Performa Motot Bakar 4 Langkah. *Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Jama, J. dan Wagino. 2008a. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1 untuk SMK*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Jama, J. dan Wagino 2008b. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2 untuk SMK*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.



- Kale, A. B. dan Patil, Y. R. 2015. Test Rig for Measurement of Spark Advance Angle and Ignition System using At89c51 Microcontroller. *International Journal for Scientific Research & Development (IJSRD)*. 3/10.
- Kristanto, P. 2015. *Motor Bakar Torak*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Kumar, P. A. dan Kumar, V. K. S. 2015. Recent Trends in The Ignition System of Two Wheelers. *International Journal of Mechanical and Production Engineering*. 3/10.
- Kumar, V. V. 2012. Real Time Fuel Injection in SI Engine Using Electronic Instrumentation. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*. 4/5.
- Machmud, S., U. B. Surono dan L. Sitorus. 2013. Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian terhadap Kerja Mesin. *Jurnal Teknik* 3(1): 58-64.
- Majedi, F., dan I. Puspitasari. 2017. Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi Crankshaft dan Porting pada Cylinder Head. *Teknologi Terpadu* 5(1): 82-89.
- Mario, Y dan Wibowo, A. 2007. Alat Penguji Kualitas Koil Kendaraan Bermotor. *Jurnal Widya Teknik*. 6/2.
- Mashudi, A dan Wailanduw, A. G. 2014. Pengaruh Modifikasi CDI DC terhadap Tegangan Induksi Koil pada Kendaraan Bermotor. *JTM Universitas Negeri Surabaya*. 3/2: 62-67.
- Mehta, P. dan Barbadekar, A. 2017. Capacitive Discharge Ignition for Two Wheelers. *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE)*. 6/12
- Mulyono, S, Gunawan dan B. Maryanti. 2014. Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. *Teknologi Terpadu* 1(2): 28-35.
- Nugraha, B. S. 2005. *Sistem Pengapian*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Oetomo, J. A. S. Sumarli, Paryono. 2014. Analisis Penggunaan Koil Racing terhadap Daya pada Sepeda Motor. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang*.
- Pambudi, A. S., Mustaqim dan G. R. Willis. 2016. Remapping Pengapian Programmable CDI dengan Perubahan Variasi Tahanan Ignition Coil pada Motor Bakar 4 tak 125 Cc Berbahan Bakar E-100. *Engineering* 12(1):1-7.

- Pertamina. 2007. *Material Safety Data Sheet Gasoline 92*. Jakarta: PT. Pertamina (Persero).
- Prakoso, B. D., I. M. Nauri dan Mustaman. 2016. Pengaruh Variasi Kapasitansi Electrostatic Capacitor pada Capacitor Discharge Ignition (CDI tipe Direct Current (DC) terhadap Daya Motor dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z 110 CC. *Teknik Mesin* (2): 1-8.
- Punantoro, M. 2013. *Analisis Campuran Pertamax Plus 95 Dalam Premium 88 terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Motor Honda*. Skripsi Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Rahardjo, W.D. 2014. *Mesin Konversi Energi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Ramadhani, F. M. 2016. Pengaruh Penggunaan CDI Dan Koil *Racing* terhadap Karakteristik Percikan Bunga Api dan Kinerja Motor 4 Langkah 160 cc Berbahan Bakar Peralite. *Jurnal Teknik Mesin UMY*.
- Ramdani, S. 2015. Analisis Pengaruh Variasi CDI terhadap Performa dan Konsumsi Bahan Bakar Honda Vario 110cc. *JTM* 4(3): 94-98.
- Rosid. 2016. Analisa Proses Pembakaran Pada Motor Bensin 113,5 cc dengan Simulasi Ansys. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Sarjono dan Putra, F. E. A. 2013. Studi Eksperimen Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dengan Biotanol Nira Siwalan terhadap Performa Motor 4 Langkah. *Majalah Ilmiah STTR Cepu*.
- Simanungkalit, R., Tulus. B., dan Sitorus. 2013. Performansi Mesin Sepeda Motor Satu Silinder Berbahan Bakar Premium dan Pertamax Plus dengan Modifikasi Rasio Kompresi. *e-Dinamis* 5(1): 29-36.
- Suarnata, P. P. Dantes, K. R. Wigrha, N. A. 2017. Perbandingan Penggunaan Koil Standar Dan Koil Racing Ktc Terhadap Daya Mesin Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Yamaha Mio Tahun 2006. *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (JJPTM)*, 8/2:
- Subroto. 20009. Pengaruh Penggunaan Koil *Racing* terhadap Unjuk Kerja pada Motor Bensin. *Jurnal Media Mesin*, 10/1.
- Sudarminto. 1973. *Motor Bakar Untuk STM*. Carya Remadja. Bandung.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Alfabeta: Bandung.

- Syaifuddin dan Muhaji. 2016. Pengaruh Jumlah Ignition Booster pada Kabel Busi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Honda Megapro 160 cc Tahun 2009. *Jurnal Teknik Mesin (JTM). Universitas Negeri Surabaya*. 4/3
- Tjatur, A. 2013. *Pemeliharaan Kelistrikan Sepeda Motor*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar Dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Toyota. *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: Toyota Astra Motor.
- Toyota. *New Step 2 Training Manual*. Jakarta: Toyota Astra Motor.
- Venkatesh, Y. C. dan Srikantappa, A. S. 2017. A Study on Evaluation of Spark Characteristics for Better Performance of SI Engine. *International Journal Of Research In Aeronautical And Mechanical Engineering (IJRAME)*.
- Widjanarko, D. 2014. *Sistem Pengapian*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Wijanarko, S. P. dan Wailanduw A. G. 2014. Pengaruh Penggunaan Variasi Kabel Tegangan Tinggi Terhadap Daya Hantar Listrik pada Sistem Pengapian Kendaraan Bermotor. *Jurnal Teknik Mesin (JTM). Universitas Negeri Surabaya*. 3/2.