



KALPIKA

Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Volume 15, Nomor 2, September 2018

Kis Yoga Utomo¹, Henda Boy Malau²,

PERANCANGAN *HANDLIFT* SEMI MANUAL DENGAN BEBAN ANGKAT 150 KG

Denny Prumanto¹, Rizki Aditya²,

PENGARUH VARIASI TEGANGAN PADA KOIL MODEL STANDAR DAN RACING TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH

Muchayar¹, Joko Sulistiyono²

PROSES PEMELIHARAAN DAN ANALISIS EKONOMI TENTANG KINCIR ANGIN SUMBU HORIZONTAL

Dedy Krisbianto¹, David Togu Hasudungan sirait²

ANALISIS AERODINAMIS SUDUT TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL

Rahadian Nopriantoko¹, Riki Fuadi²

ANALISIS GENERATOR MAGNET PERMANEN YANG TERINTEGRASIPADA KINCIR ANGIN SUMBU HORIZONTAL

Jenni Ria Rajagukguk¹, Muhajir²

PERANCANGAN MESIN *STIRLING* TIPE GAMMA



JURNAL

J. KALPIKA	VOL.15	N0.2	HAL 1-57	Jakarta September 2018	ISSN 2962-2980
------------	--------	------	----------	---------------------------	-------------------

DAFTAR ISI

1. PERANCANGAN HANDLIFT SEMI MANUAL DENGAN BEBAN ANGKAT 150 KG
Kis Yoga Utomo¹, Henda Boy Malau².....1-9
2. PENGARUH VARIASI TEGANGAN PADA KOIL MODEL STANDAR DAN RACING
TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH
Denny Prumanto¹, Rizki Aditya²10-17
3. PROSE PEMELIHARAAN DAN ANALISIS EKONOMI TENTANG KINCIR
ANGIN SUMBU HORIZONTAL
Muchayar¹, Joko Sulistiyono²18-29
4. ANALISIS AERODINAMIS SUDUT TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
Dedy Krisbianto¹, David Togu Hasudungan sirait²30-38
5. ANALISIS GENERATOR MAGNET PERMANEN YANG TERINTEGRASI PADA KINCIR
ANGIN SUMBU HORIZONTAL
Rahadian Nopriantoko¹, Riki Fuadi²39-47
6. PERANCANGAN MESIN STIRLING TIPE GAMMA
Jenni Ria Rajagukguk¹, Muhajir²48-57

Dari Redaksi

Ulang tahun adalah sinar matahari. Begitulah sering dikatakan orang-orang bijak maksudnya, beranjak dari ulang tahun, masa depan diharapkan akan senantiasa bersinar sinar seperti matahari.

Akan tetapi, sinar matahari "terpaksa" harus kami lihat secara berbeda, dalam kaitan dengan ulang tahun pertama kalpika. Sinar matahari bagi kami, adalah simbol sumber energi yang, oleh karena itu, harus kami mentaatkan seefektif dan seefisien mungkin, sinar matahari sebagai simbol, kami para pengurus kalpika, ingin terus menerus berenergi alias bersemangat untuk menghadirkan kalpika kepada anda tepat pada waktunya melalui simbol matahari, berangkat dari ulang tahun pertama, kalpika ingin bertekad senantiasa mengunjungi anda, bukan malah surut dan kemudian lenyap ditelan waktu.

Kalpika, sebagai jurnal yang bervisi sebagai wadah unggulan penelitian (dalam makna luas), mengenai teknik dunia permesinan, setidaknya sudah mengawali kiprahnya melalui sajian naskah yang bervariasi (namun tetap terikat oleh visinya), mulai dari penelitian murni empirik hingga penelitian yang bersifat terobosan filosofis. Hingga tahun pertama kelahirannya, kalpika pun sudah membuktikan kekonsistennannya pada jadwal terbit. Hal ini, tentu saja berkat hubungan baik dengan relasi-relasi kami, terutama para kontributor naskah. Oleh karena itu, dalam rangka menjelang hari ulang tahun pertama kalpika, kami ingin mengucapkan terimakasih para relasi kami itu, termasuk juga kepada Anda, para pembaca.

Ulang tahun adalah sinar matahari. Ungkapan orang-orang bijak, dalam kaitan ini, akan kami jadikan simbol mengenai sinar matahari yang setia mengunjungi kita setiap pagi. Kami pun akan berupaya setia mengunjungi Anda sesuai jadwal, kontaklah terus kami, berilah kami masukan konstruktif, sehingga kesetiaan kami senantiasa terjaga.

Selamat membaca (Red)

PENGARUH VARIASI TEGANGAN PADA KOIL MODEL STANDAR DAN RACING TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH

Denny Prumanto¹, Rizki Aditya²

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Krisnadwipayana
Pondok Gede, Jakarta Timur, Jakarta 13077

ABSTRAK

Sistem pengapian mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembangkitan tenaga atau daya yang dihasilkan oleh suatu mesin bensin. Apabila sistem pengapian tidak bekerja dengan baik dan tepat, maka kelancaran proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar akan terganggu sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin berkurang. Untuk meningkat performa mesin dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya dengan mengganti salah satu komponen mesin, merubah dan memvariasikan antara koil standar dan koil racing. Ignition coil berfungsi merubah arus listrik 12V yang diterima dari baterai atau generator AC menjadi tegangan tinggi (10 kV atau lebih) untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi. Waktu pengapian semakin maju mengakibatkan suhu pada ruang bakar menjadi meningkat, salah satu cara agar suhu pada ruang bakar seimbang dengan perubahan pengapian adalah dengan menggunakan bahan bakar tetap. Tujuan yang ingin dicapai untuk mengetahui unjuk kerja motor bakar 4 langkah dengan bahan bakar premium. Dalam pengujian unjuk kerja motor bakar digunakan alat *motor cycle dynamometer* untuk mengetahui nilai daya, torsi dan Fuel consumption. Pengujian ini menggunakan variasi koil standar Jupiter Z, koil racing TK.

Kata Kunci : Tegangan, Koil, Dynamometer,

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan bermotor merupakan salah satu alat transportasi yang memerlukan mesin sebagai penggerak mulanya, baik roda dua maupun roda empat. Motor bakar merupakan salah satu mesin yang digunakan sebagai penggerak mula tersebut, yang merupakan suatu mesin konversi energi yang merubah energi kalor menjadi

energi mekanik. Dengan adanya energi kalor sebagai suatu penghasil tenaga maka sudah semestinya memerlukan bahan bakar dan sistem pembakaran yang terjadi sebagai sumber kalor tersebut. Dalam hal ini bahan bakar yang sering digunakan pada kendaraan bermotor maupun mesin industri adalah bensin dan solar, meskipun banyak dijumpai bahan bakar non oil, seperti batu bara dan gas sebagai bahan bakar alternatif. Oleh karena itu perlu adanya pemikiran dalam mendesain suatu mesin

dengan efisiensi yang tinggi (Badrawada, 2010).

Inovasi-inovasi terus dilakukan untuk meningkatkan unjuk kerja mesin hingga didapatkan kemampuan maksimumnya. Salah satu perlakuan untuk meningkatkan unjuk kerja mesin dan emisi gas buang adalah dengan memperbaiki kualitas pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar. Langkah peningkatan performa khususnya perbaikan torsi yang dihasilkan oleh mesin pada putaran rendah sampai tinggi dapat dilakukan melalui pembuatan desain baru yang lebih baik (untuk mesin baru yang akan diproduksi) atau dengan memberikan peralatan tambahan.

Dari penjelasan diatas dan membandingkan data hasil dari penelitian tentang pengaruh penggantian koil. Membuat penulis ingin mengembangkannya dan menghubungkan dengan perbandingan antara penggunaan koil standar dengan koil racing sehingga diketahui daya dan torsi maksimal.

- 1.) Bagaimana pengaruh penggunaan koil standar terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah..
- 2.) Bagaimana pengaruh penggunaan koil racing terhadap unjuk kerja motor bensin 4 langkah.

Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya dan untuk menghindari timbulnya penyimpangan pembahasan, maka perlu dibuat pembatasan masalah. Batasan-batasan masalah yang perlu digunakan dalam penulisan ini adalah:

- 1.) Pengujian dilakukan pada satu jenis mesin yaitu mesin bensin 4 langkah 1 silinder dengan menggunakan dinamometer.
- 2.) Spesifikasi tegangan koil standar sebesar 9.000 - 15.000 volt sedangkan spesifikasi tegangan koil racing racing sebesar 15.000 – 25.000 volt.
- 3.) Kelembaban udara dianggap konstan dan sepeda motor dianggap standar.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermaksud mengetahui dan menganalisis pengaruh pembesaran kapasitas silinder dengan cara penggantian koil terhadap unjuk kerja mesin 4 langkah 1 silinder dengan variasi penggunaan koil standar dengan koil racing.

Penelitian ini memiliki tujuan khusus meliputi

- 1.) Mengetahui unjuk kerja motor bensin bakar 4 langkah dengan menggunakan koil standar maupun racing.
- 2.) Dengan variasi tegangan pada koil standar dan racing, diperoleh penggunaan jenis koil yang lebih sesuai dengan karakter motor bensin 4 langkah.

Manfaat secara khusus penelitian ini sebagai berikut :

- 1.) Mampu meningkatkan kualitas ilmu pengetahuan, khususnya sebagai pertimbangan penelitian tentang perbedaan variasi hambatan dan tegangan listrik pada variasi koil untuk meningkatkan tenaga secara maksimum.
- 2.) Bagi kalangan luas dapat digunakan atau diaplikasikan terhadap

kendaraan bermotor yang dimilikinya.

- Kesimpulan
- Daftar Pustaka

Hipotesis

Bahwa penggunaan koil racing menghasilkan torsi dan daya maksimal yang lebih besar daripada menggunakan koil standar.

Besar tegangan listrik pada koil model standar 9.000 - 15.000 Volt menghasilkan daya maksimal sebesar 12,5 hp serta torsi maksimal 14,69 Nm. Besar tegangan listrik pada koil model racing 15.000 - 25.000 Volt menghasilkan daya maksimal sebesar 13,2 hp serta torsi maksimal 15,00 Nm. Secara teoritis, untuk membakar bensin secara sempurna ratio udara banding bahan bakar yang tepat adalah 15 : 1 .

Metode Penelitian

Pelaksanaan dari penelitian ini dilakukan dengan metodologi sebagai berikut:

- 1.) Metode Penelitian Eksperimental
- 2.) Metode Penelitian Teoritis
- 3.) Pengambilan Data Pengujian Pada Kendaraan
- 4.) Analisa Hasil dan Evaluasi

Sistematika Penulisan

- Pendahuluan
- Tinjauan Pustaka
- Metodologi Penelitian
- Hasil Pengujian dan Pengolahan Data

Motor bakar torak 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.

Motor bakar torak bekerja melalui mekanisme langkah yang terjadi berulang-ulang atau periodik sehingga menghasilkan putaran pada poros engkol. Sebelum terjadi proses pembakaran di dalam silinder, campuran udara dan bahan bakar harus dihisap dulu dengan langkah hisap. Pada langkah ini, piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) menuju Titik Mati Bawah (TMB), katup isap terbuka sedangkan katup buang masih tertutup.

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.

Sistem pengapian dalam motor bakar bensin merupakan piranti yang sangat penting, karena pengapian merupakan suatu awal dari terciptanya usaha dalam silinder. Saat pengapian harus dipilih sedemikian rupa sehingga motor memberikan daya terbesar dan pembakaran berlangsung tanpa pukulan. Penghentian pembakaran gas sebaiknya terjadi pada akhir langkah kompresi atau sedikit sesudahnya. Ini disebabkan oleh pengembangan gas terbesar akibat suhu tinggi harus terjadi pada volume terkecil, sehingga piston mendapatkan tekanan besar.

Pembakaran terjadi di ruang bakar oleh busi yang memercikkan bunga api selanjutnya api membakar campuran bahan bakar dan merambat keseluruh ruang bakar dengan kecepatan tetap. Besarnya kecepatan ini biasanya antara 15 sampai 20 m/s dan disebut nyala api rata-rata. Tetapi pada kenyataannya ada waktu yang diperlukan antara saat percikan api dari busi dengansaat awal penyebaran api, hal ini disebut dengan keterlambatan pembakaran.

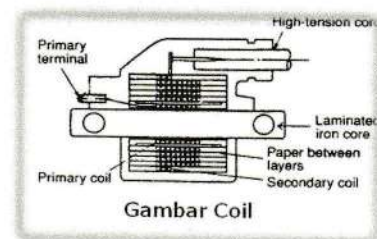
Sistem pengapian pada motor bensin terdapat dua jenis, yaitu sistem pengapian baterai (DC) dan sistem pengapian magneto (AC).

Secara umum pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar oksigen (O_2) sebagai oksidan dengan temperturnya lebih besar dari titik nyala. Mekanisme pembakarannya sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran dimana atom-atom dari komponen yang dapat

bereaksi dengan oksigen yang dapat membentuk produk yang berupa gas.

Untuk memperoleh daya maksimum dari suatu operasi hendaknya komposisi gas pembakaran dari silinder (komposisi gas hasil pembakaran) dibuat seideal mungkin, sehingga tekanan gas hasil pembakaran bisa maksimal menekan torak dan mengurangi terjadinya detonasi. Komposisi bahan bakar dan udara dalam silinder akan menentukan kualitas pembakaran dan akan berpengaruh terhadap performa mesin dan emisi gas buang.

Dalam pembakaran hidrokarbon yang biasa tidak akan terjadi gejala apabila memungkinkan untuk proses *hidrolisasi*. Hal ini hanya akan terjadi bila pencampuran pendahuluan antara bahan bakar dengan udara mempunyai waktu yang cukup sehingga memungkinkan masuknya oksigen ke dalam molekul hidrokarbon. Bila oksigen dan hidrokarbon tidak bercampur dengan baik maka terjadi proses *cracking* dimana pada nyala akan timbul asap. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna.



Dalam keadaan tertentu maka pembakaran dalam silinder motor dapat terjadi kenaikan yang sangat cepat dan kuat sehingga diluar terdengar suara "knocking". Kejadian inilah yang biasa disebut dengan detonasi akibat gelombang detonasi yang ada dalam silinder, hingga

didalamnya naik lebih cepat hingga 40 kg/cm tiap 0,001 detik.

Koil merupakan bagian terpenting dalam pengapian pada sebuah mesin karena koil merupakan komponen pengapian yang menentukan baik tidaknya dalam proses pembakaran dalam ruang bakar. Koil difungsikan sebagai pengubah arus tegangan rendah menjadi tegangan tinggi untuk menghasilkan percikan bunga api pada busi dan dilihat dari sudut fungsinya koil merupakan sumber nyata dari tegangan yang dibutuhkan dalam proses pembakaran. Koil menghasilkan tegangan tinggi dengan prinsip induksi dimana tegangan listrik pada baterai merupakan tegangan rendah 6 –12 volt dan dinaikan sampai 5.000 –25.000 volt.

Secara fisik koil dikonstruksi mirip dengan trafo. Pada bagian tengah koil berisi batangan logam yang dilapisi dengan inti besi, sekitar inti dan yang terisolasi dililit dengan penyekat kumparan sekunder (tegangan tinggi) dengan jumlah lilitan kawat tembaga yang sangat tipis dan lebih banyak dari kumparan primer. Dibagian luar dari penyekat dan bagian yang terisolasi dililit penyekat kumparan primer dengan lilitan kawat tembaga yang lebih besar, perbandingan lilitan antara penyekat sekunder dengan kumparan primer adalah 60 sampai dengan 150 lilitan.

Gambar Skema Koil

Dinamometer biasanya digunakan untuk mengukur torsi sebuah mesin. Adapaun mesin yang akan diukur torsinya tersebut diletakan pada sebuah *testbed* dan poros keluaran mesin dihubungkan dengan rotor dinamometer. Prinsip kerja dari sebuah dinamometer dapat dilihat pada gambar. Rotor dihubungkan secara elektromagnetik, hidrolis, atau dengan gesekan mekanis

terhadap stator yang ditumpu oleh bantalan yang mempunyai gesekan kecil. Torsi yang dihasilkan oleh stator ketika rotor tersebut berputar diukur dengan cara menyeimbangkan stator dengan pemberat, pegas, atau *pneumatic*.

Torsi adalah ukuran dari kemampuan sebuah mesin melakukan kerja sedangkan daya adalah angka dari kerja yang telah dilakukan. Besarnya daya mesin yang diukur seperti dengan yang didiskripsikan di atas dinamakan dengan brake power. Daya disini adalah daya yang dihasilkan oleh mesin untuk mengatasi beban, dalam kasus ini adalah sebuah brake. Unit waktu (mf). konsumsi bahan bakar spesifik adalah laju aliran bahan bakar per satuan daya. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana efisiensi mesin dalam menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan daya.

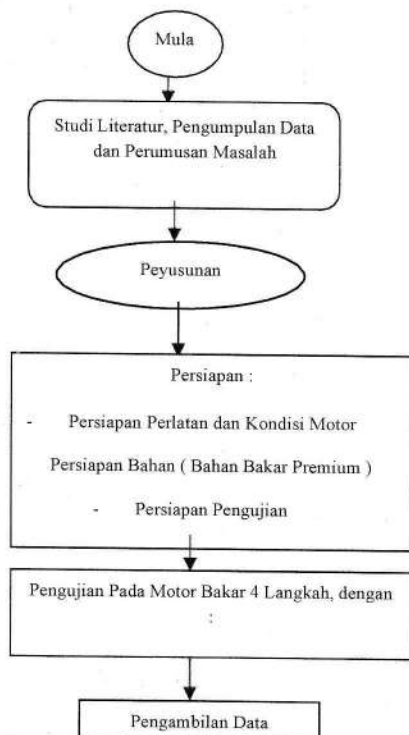
Efisiensi adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan per siklus terhadap jumlah energy yang disuplai per siklus yang dapat dilepas selama pembakaran. Suplai energy yang dapat dilepas selama pembakaran adalah massa bahan bakar yang disuplai per siklus dikalikan dengan harga panas dari bahan bakar (Q_{HV}). Harga panas bahan bakar ditentukan dalam sebuah prosedur tes standar dimana diketahui massa bahan bakar yang terbakar sempurna dengan udara dan energy dilepas oleh proses pembakaran yang kemudian diserap dengan calorimeter. Pengukuran efisiensi ini dinamakan dengan *fuel conversion efficiency*.

Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode

eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menguji dan menemukan variasi yang tepat terhadap penelitian yang sudah dilakukan dengan menambahkan beberapa perlakuan variasi. Selain itu penulis juga menggunakan metode Studi literatur terhadap topik-topik bahasan yang berkaitan dengan penelitian yang penulis lakukan baik itu dari buku-buku refrensi teknik, journal ilmiah, e-book dari sumber terpercaya maupun skripsi terdahulu yang membahas tentang sistem pengapian pada motor bakar 4 langkah.

Seluruh pengambilan data dilakukan diatas peralatan dinamometer dan terlebih dahulu harus memposisikan sepeda motor dengan roda belakang tepat diatas *Roller*. Hal dilakukan agar alat bisa bekerja secara maksimal dan tingkat akurasi pengukuran yang dihasilkan oleh alat tersebut lebih presisi, selain itu tidak lupa dilakukan persiapan lainnya.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Hasil Pengujian dan Pengolahan Data

Dari hasil pengujian dan penelitian tentang pengaruh variasi tegangan pada koil model standar dan racing terhadap unjuk kerja motor bakar 4 langkah yang telah saya lakukan di dapatkan data-data pengujian seperti di tunjukkan dalam lampiran dan langkah selanjutnya diolah dan di masukkan ke dalam grafik. Dapat dilihat pada lampiran.

Torsi merupakan gaya putar yang dihasilkan oleh poros mesin. Besarnya *Torsi* dapat diukur dengan menggunakan alat *Dynamometer*. Besarnya *Torsi* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot N}$$

Keterangan :

T = Momen gaya yang dihasilkan (N.m)

P = daya / power (watt)

N = Putaran (rpm)

Daya efektif merupakan daya yang dihasilkan oleh poros engkol untuk

mengerakkan beban. Daya efektif ini dibangkitkan oleh daya indikasi yaitu suatu daya yang dihasilkan torak. Daya efektif didapatkan dengan mengalikan *Torsi* (T) dengan kecepatan anguler poros (ω) dengan persamaan sebagai berikut :

$$N_e = T \cdot \omega = \frac{T \cdot n}{60,75} = \frac{T \cdot n}{716,2} (\text{hp})$$

Keterangan :

N_e = Daya Efektif (hp)

T = Torsi (Nm)

ω = Kecepatan anguler poros (rad.detik⁻¹)

n = Putaran poros engkol (rpm)

Konsumsi bahan bakar (FC) menyatakan laju konsumsi bahan bakar pada suatu motor bakar torak. Pada umumnya dinyatakan dalam jumlah massa bahan bakar persatuan keluaran daya, atau dapat juga didefinisikan dengan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor bakar untuk menghasilkan tenaga sebesar 1 Hp dalam waktu satu jam. Semakin tinggi nilai FC maka keekonomisan penggunaan bahan semakin rendah.

$$\text{SFC} = \frac{m_f}{P} = \frac{V \cdot \rho}{P}$$

Dimana :

V = volume bahan bakar selama t detik (liter)

ρ = massa jenis premium (0,7356 kg/l)

t = waktu (s)

P = Daya (hp)

Kesimpulan

Hasil analisa pengujian unjuk kerja motor bakar Yamaha Jupiter Z 110 cc

Dengan variasi jenis koil dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

- 1.) Semakin besar nilai tegangan listrik yang dihasilkan maka akan menghasilkan *spark* (loncatan bunga api) yang semakin besar juga dan menambah nilai torsi serta daya suatu mesin. Besar tegangan listrik pada koil model standar 9.000 – 15.000 Volt dan besar tegangan listrik pada koil model racing 15.000 – 25.000 Volt.
- 2.) Dikarenakan semakin besarnya *spark* (loncatan bunga api) maka, campuran bahan bakar dan udara yang dibakar lebih banyak, sehingga pembakaran dalam ruang bakar semakin besar. Karena lebih sedikit campuran bahan bakar yang tidak terbakar, maka nilai konsumsi bahan bakar semakin kecil. Secara teoritis, untuk membakar bensin secara sempurna ratio udara banding bahan bakar yang tepat adalah 15 : 1 .

Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis dari hasil penelitian ini yaitu antara lain:

- 1.) Diperlukan adanya kalibrasi ulang untuk mesin uji dinamometer, hal ini bertujuan untuk menghasilkan data yang lebih akurat.

- 2.) Diperlukan blower berkapasitas besar untuk mendinginkan mesin sewaktu pengujian.
- 3.) Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan kombinasi penggunaan variabel jenis koil dengan variabel yang lain.

Daftar Pustaka

Badrawada, I Gusti Gede ; Pengaruh Perubahan Terhadap Prestasi Mesin Motor 4 Langkah. Jurnal Forum Teknik Vol 32, 2008.

Marlindo, Marlon dan Boentarto ; Analisa Penggunaan CDI Racing Programmable dan Koil Racing Pada Mesin Sepeda Motor Standar. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

N. Petrovsky ; Marine Internal Combustion Engine, Mir Publisher,

Moscow, 1976.

Pudjanarsa, A dan Nursuhud, D ; Mesin Konversi Energi. Andi Press, Yogyakarta, 2008.

R. S. Khurmi ; Machine Design, Eurasia Publishing House (Pvt),

New Delhi, 1997.

Williard W. Pulkrabek ; Engineering Of Fundamental Of The Internal Combustion Engine, Prentice Hall, New Jersey, 1997.