

**PERANCANGAN ALAT UJI PENGAPIAN BUSI
UNTUK SEPEDA MOTOR**

(Penelitian)



Oleh :

Nama : Ir. NAJAMUDIN, MT

NIDN : 0219116201

**UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG
2018**



UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Hi. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26 Bandar Lampung. Phone 0721-701979

SURAT TUGAS

No. 063/ST/FT-UBL/VII/2017

Dekan Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung dengan ini menugaskan kepada :

N a m a : Ir. Najamudin, MT
NIDN : 0219116201
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jabatan : Dosen Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung


Untuk melaksanakan kegiatan di bidang penelitian yaitu :

“Perancangan Alat Uji Pengapian Busi Untuk Sepeda Motor”

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dapat dilaksanakan dan sebagaimana mestinya dan setelah dilaksanakan kegiatan tersebut agar melaporkan kepada Dekan.

Bandar Lampung, 4 Juli 2017

Dekan,

FAKULTAS TEKNIK

Dr.Eng. Fritz Akhmad Nuzir, ST, MA

 SOLUTION FOR PRESENT AND FUTURE

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Perancangan Alat Uji Pengapian Busi Untuk Sepeda Motor
2. Peneliti :
- Nama : Ir. Najamudin, MT
NIDN : 0219116201
Jabatan Fungsional : Lektor
Perguruan Tinggi : Universitas Bandar Lampung
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Pusat Penelitian : LPPM Universitas Bandar Lampung
Alamat : Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26
Bandar Lampung 35142
- Telepon : 0721-701979
Alamat Rumah : Perum Beringin Raya, Jl Mangga 1 Blok 36B No.1
RT.09 - LK II, Kel Pinang Jaya, Kec Kemiling
Bandar Lampung.
- Telepon/HP : 081369045731
Email : najamudin@ubl.ac.id
3. Waktu Pelaksanaan : 6 Bulan


Bandar Lampung, 4 Januari 2018

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Jusardi, MT

Peneliti,



Ir. Najamudin, MT

Mengetahui,

Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Bandar Lampung.



LPPM

Ir. Lilies Widojoko, MT

**LEMBAR PERNYATAAN PENGESAHAN
HASIL VALIDASI KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini Pimpinan Perguruan Tinggi Universitas Bandar Lampung

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa **karya ilmiah** sebanyak satu judul yang diajukan sebagai bahan Laporan Beban Kerja Dosen atas nama :

Nama : Ir. Najamudin, MT
NIP : -
NIDN : 0219116201
Pangkat, golongan ruang, TMT : Penata/ III/c
Jabatan, TMT : Lektor, 1 Januari 2001
Bidang Ilmu/Mata Kuliah : Teknik Mesin
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Unit Kerja : Universitas Bandar Lampung Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Mesin

Telah diperiksa dan divalidasi dengan baik, dan kami turut bertanggung jawab bahwa **karya ilmiah** tersebut telah memenuhi syarat kaidah ilmiah, norma akademik, dan norma hukum, sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Pananggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 5 Januari 2018

Validasi :

An. Rektor Universitas Bandar Lampung
Wakil Rektor I Bidang Akademik,



Dr. Ir. Hi. Hery Riyanto, M.T.



UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
(LPPM)

Jl. Z.A. Pagar Alam No : 26 Labuhan Ratu, Bandar Lampung Tilp: 701979
E-mail : lppm@ubl.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 004 / S.Ket / LPPM / I / 2018

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Bandar Lampung dengan ini menerangkan bahwa :

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------------------|
| 1. Nama | : Ir. Najamudin., M.T |
| 2. NIDN | : 0219116201 |
| 3. Tempat, tanggal lahir | : Prabumulih, 19 November 1962 |
| 4. Pangkat, golongan ruang, TMT | : Penata / III.c |
| 5. Jabatan TMT | : Lektor |
| 6. Bidang Ilmu / Mata Kuliah | : Teknik Mesin |
| 7. Jurusan / Program Studi | : Teknik Mesin/Teknik Mesin |
| 8. Unit Kerja | : Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung |

Telah melaksanakan Penelitian dengan judul

:"Perancangan Alat Uji Pengapian Busi Untuk Sepeda Motor Yang telah Dilaksanakn Selama 6 Bulan".

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Bandar Lampung, 10 Januari 2018
Ketua LPPM-UBL

Ir. Lilies Widodojoko, M.T

Tembusan:

1. Bapak Rektor UBL (sebagai laporan)
2. Yang bersangkutan
3. Arsip

Perancangan Alat Uji Pengapian Busi Untuk Sepeda Motor

Najamudin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung
Kampus A. Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26 Gedung E, Lt. 1

Bandar Lampung 35142

Telp. (0721) 701979

Email : najamudin@ubl.ac.id

Abstrak :

Untuk mengetahui bagaimana dan seperti apa api yang berada di busi, sekaligus dapat mengetahui apakah busi tersebut bagus tidaknya kita gunakan untuk sehari-hari. Pada alat ini penulis membuat alat yang dapat mengetahui kualitas busi sekaligus dapat dipergunakan untuk pendidikan. Karena alat ini dibuat hampir sama persis dengan *system* pengapian yang berada di kendaraan pada umumnya, Alat uji pengapian busi ini hampir sama persis dengan yang ada di kendaraan pada umumnya, hanya untuk sumber *energy* utamanya menggunakan tenaga Listrik dari PLN. Tegangan 220 AC dirubah menjadi 12 v DC dengan menggunakan *transformator step down* sebagai *Accu* / aki kendaraan. Arus tadi yang 12 volt diteruskan ke CDI, setelah CDI mendapat perintah dari pulser untuk memberikan arus ke COIL. Coil terinduksi secara otomatis sebesar 200-300 Watt. Setelah itu coil melipat gandakannya 50 hingga 80 kali lebih besar sesuai dengan type coil tersebut, lalu disalurkan ke busi, didalam busi karena mendapat masukan arus listrik yang besar dan saat arus tersebut akan bertemu massa sebelumnya ia harus melewati komponen busi yang bernama karbon, pada karbon ini jika ia mendapatkan arus maka ia akan menjadi penghantar yang baik tetapi selain carbon itu penghantar ia juga adalah zat yang dapat terbakar jika terkena panas, pada saat terbakar itulah yang kita lihat seperti kilatan api yang melompat. Karena penggunaan alat ini sangatlah mudah dimengerti maka alat ini pun dapat membantu pengguna kendaraan, para pedagang sparepart kendaraan dan bengkel bengkel servis kendaraan.

Kata kunci: Busi ; Pengapian Busi ; Alat Uji Pengapian Busi

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Surat Tugas Penelitian.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Surat Pernyataan Keabsahan Karya Ilmiah.....	iv
Lembar Pernyataan Pengesahan Hasil Validasi Karya Ilmiah.....	v
Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian dari LPPM-UBL.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Busi (<i>Spark Plug</i>).....	3
2.2 Cara Kerja Alat Uji Pengapian Busi	6
2.3 Komponen – komponen Alat Uji Pengapian Busi	6
III. METODE PERANCANGAN.....	9
3.1 Jenis perancangan.....	9
3.2 Metode perancangan	9
3.3 Diagram Alir Perancangan.....	9
3.4 Pengolahan Data.....	11
3.5 Gambaran Awal Perancangan Alat Uji Pengapian Busi.....	11
IV. PEMBAHASAN DAN HASIL PERANCANGAN	12
4.1 Dimensi Keseluruhan Alat Uji	12
4.2 Sistem Penggerak	12
4.3 Ukuran Plat Yang Bersinggungan Dengan Pulser	13
4.4 Putaran Mata Kipas Bersinggungan Dengan Pulser	13
4.5 Perhitungan gaya yang bekerja pada alat pemutar	14
4.6 Perhitungan Sistem Pengapian.....	15
4.7 Perhitungan Arus Yang Mengalir Pada Coil.....	16
4.8 Perhitungan Daya Yang Mengalir Pada Coil Pengapian	16
4.9 Skema Alat Uji Pengapian Busi.....	17
4.10 Skema Gambar Komponen Alat Uji Pengapian Busi	17
4.11 Proses kerja Alat Uji Pengapian Busi	18
4.12 Maksud Pengujian Dan Pembahasan Hasil Uji Coba	20
4.13 Hasil Uji Pada Kondisi Busi Yang Telah Terpakai	20
4.14 Pengaturan Celah Busi	26
4.15 Membaca Kode Busi	26
V. Kesimpulan dan Saran	28
5.1 Kesimpulan	16
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Busi	4
2.2. Tipe-tipe Busi.....	5
2.3. CDI Racing	7
2.4. System Pulser	7
2.5. Gambar Coil.....	8
3.1. Diagram Alir Perancangan.....	10
3.2. Gambar Awal Perancangan	11
4.1. Ukuran Rangka Alat Uji Tampak Depan.....	12
4.2. Ukuran Rangka Alat Uji Tampak Samping.	12
4.3. Mata Plat.	13
4.4. Plat berbentuk kipas.	13
4.5. Poros Engkol Pada alat uji.	15
4.6. Panjang Batang Penggerak Putaran.	15
4.7. Alat Uji Pengapian Busi Dari Depan dan Belakang.	16
4.8. Skema Alat Uji Pengapian Busi.....	17
4.9. <i>Power supply</i>	17
4.10. CDI.....	18
4.11. Pulser.....	18
4.12. Coil.....	18
4.13. Busi beserta dudukannya.	19
4.14. Engkol.	19
4.15. Singgungan engkol dan pulser.	19
4.16. Proses alur kerja alat uji pengapian busi.....	20
4.17. Busi dengan noda corona.	21
4.18. Busi dengan insulator rusak.	21
4.19. Busi dengan keadaan normal.	22
4.20. Busi dengan keadaan Carbon Kotor.....	22
4.21. Busi dengan keadaan kotor karena oli.	23
4.22. Busi dengan keadaan terdapat endapan pada insulator.	23

4.23. Busi dengan keadaan elektroda terbakar.....	24
4.24. Busi dengan keadaan kepala elektroda terbakar parah.	24
4.25. Busi dengan keadaan insulator retak atau pecah.....	25
4.26. Busi dengan keadaan Elektroda tertekuk dan insulator patah.....	25
4.27. Busi dengan keadaan Ulir dan dudukan busi meleleh.	25
4.28. Kode pembacaan busi NGK.....	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini Motor Bakar atau mesin yang menggunakan bahan bakar semakin dibutuhkan manusia, untuk memobilisasi kehidupan dalam berbagai bidang baik Industri maupun dalam bidang *Automotive* khususnya kendaraan, baik roda dua maupun roda empat.

Busi merupakan salah satu komponen penting di dalam motor bakar karena tanpa adanya busi dipastikan mesin tidak dapat hidup meski seluruh sistemnya berjalan bagus, dari busi juga akan dihasilkan percikan api di ruang bakar yang digunakan untuk membakar bahan bakar bensin yang sudah dicampur udara dan dimampatkan dalam silinder sehingga dihasilkan daya yang mampu menghidupkan motor bakar dan akhirnya dapat memutar roda sehingga dapat berjalan.

Kualitas percikan bunga api busi sangat berpengaruh pada kinerja motor bakar bensin, karena jika percikan api kecil maka pembakaran yang terjadi di ruang silinder tidak sempurna mengakibatkan kurangnya tenaga pada mesin dan menghasilkan polusi berupa asap hitam yang berbahaya bagi lingkungan biasa disebut kadar emisi gas buang berlebih.

Dari wacana diatas penulis mencoba merencanakan suatu alat yang dapat memberikan pemecahan permasalahan diatas dengan merancang suatu alat yang dapat mengetahui kualitas busi dengan melihat percikan bunga api yang terjadi pada busi sehingga dapat diketahui kualitas dan performa busi tersebut apakah masih layak dipakai atau harus diganti.

Dengan rancangan ini diharapkan agar setiap motor bakar bensin dapat menggunakan busi yang layak dan berkualitas sehingga mampu memperbaiki pembakaran pada mesin Empat Langkah (*Four Stroke*) maupun Dua Langkah (*Two Stroke*), baik kendaraan roda dua maupun roda empat. Hasilnya kinerja mesin meningkat, mesin lebih awet, penghematan bahan bakar dan penurunan emisi gas buang yang berlebih yaitu mengurangi kadar polutan sebagai penyebab utama polusi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari permasalahan diatas maka dapat diambil suatu rumusan permasalahan bahwa bagaimana merancang dan pemilihan komponen-komponen serta bahan-bahan konstruksi untuk pembuatan Alat Uji Pengapian Busi yang bagus dan efisien.

1.3 Batasan masalah

Untuk membatasi permasalahan yang ada penulis coba membatasinya pada permasalahan perancangan dan pemilihan bahan-bahan serta komponen-komponen utama Alat Uji Pengapian Busi yang meliputi perhitungan kelistrikan dan Engkol sebagai pengganti putaran motor.

1.4 Tujuan Perancangan

Prancangan Alat Uji Pengapian Busi ini bertujuan :

1. Dapat merencanakan dan merancang sebuah konstruksi Alat Uji Pengapian Busi yang sederhana berfungsi untuk mengetahui kualitas dan performa busi yang diuji.
2. Menghasilkan teknologi tepat guna berupa Alat Uji Pengapian Busi.
3. Dapat menghasilkan suatu Produk berupa Alat Uji Pengapian Busi yang berguna bagi kemajuan teknologi umumnya dan khususnya untuk Motor Bakar.
4. Sekaligus dapat membuat alat peraga ‘Sistem Pengapian Busi pada sepeda motor.

1.5 Manfaat Perancangan

Beberapa manfaat yang dapat dihasilkan dari perancangan Alat Uji Pengapian Busi antara lain :

1. Dapat diketahui kondisi busi yang layak pakai dan berkualitas, serta performa busi yang baik.
2. Dapat menghasilkan kinerja mesin yang bertenaga dan efisien
3. Dapat mengurangi Emisi Gas Buang yang tinggi (kadar *Polutan*).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Busi (*Spark Plug*)

Busi berfungsi menghantarkan arus pengapian keruang bakar, dimana pada bagian yang diberi jarak / gap atau celah yang dihasilkan bunga api. Tekanan yang tinggi, temperatur tinggi, dan tegangan tinggi yang mempengaruhi busi pada beban yang *extrim*. Arus pengapian datang dari mur terminal dan melalui *elektroda* pusat dimana api melompat ke *elektroda* sisi yang dihubungkan ke sisi yang dihubungkan ke bodi. Elektroda pusat biasanya dibuat dari paduan nikel yang tahan akan temperatur tinggi. Pada busi-busi special bahan elektrodanya dibuat dari platina atau tungsten.

Karena berfungsi menghasilkan lompatan bunga api, maka busi menjadi salah satu penentu baik buruknya kinerja mesin. Jika busi mampu memercikkan pijaran bunga api dengan sempurna, mesin juga akan lebih mudah dihidupkan walaupun dalam kondisi dingin di pagi hari. Selain itu busi juga harus mrnghindari salah pengapian pada saat mesin bekerja dalam waktu berjam-jam dan pada beban yang *maxsimum*.

Penggunaan busi yang berkualitas mampu memperbaiki pembakaran pada mesin. Hasilnya, selain umur busi lebih lama, kemampuan mesinpun meningkat. Bila dikaitkan dengan penghematan bahan bakar dan penurunan emisi gas buang. Penyempurnaan ini penting. Dengan memilih busi yang sempurna diharapkan mampu bekerja sampai 10.000 mil. Bila di kaitkan dengan rancangan mesin yang dibuat saat ini, busi yang tahan lama sangat diperlukan. Selain untuk menghemat, mesin yang kompak biasanya menempatkan busi pada tempat yang sulit dijangkau.

2.1.1 Syarat-Syarat Busi (*Spark Plug*)

1. Ketahanan mekanis yang tinggi.
2. Tahan terhadap panas yang tinggi.
3. Tahan terhadap tekanan yang tinggi.

4. Daya insulatornya tidak terpengaruh terhadap perubahan temperatur.
5. Dapat menghasilkan pijaran yang baik, dalam temperatur dan tekanan yang tinggi.
6. mempunyai energi panas yang sesuai.

2.1.2 komponen-komponen Busi

2.1.2.1 Elektroda

Elektroda harus dibuat dari material yang cocok agar dapat menghasilkan pijaran api pada tegangan rendah. Tidak rusak menerima temperatur yang tinggi, misalnya : digunakan lapisan dasar nikel dengan lapisan chrome, manganese, silicon, dan lain-lain.

2.1.2.2 Insulator

Ada aturan yang sangat jelas yang dibutuhkan untuk insulator ini. Tahan panas yang tinggi, konduktivitas panas dan kekuatan mekanis yang baik sehingga digunakan (Al_2O_3) Alumunia.

2.1.2.3 Ruang Gas / Gas Volume

Volume atau isi gas menentukan *range* tingkatan panas. Semakin kecil volumenya semakin besar panas yang dapat di *transfer* atau terbang.



Gambar 2.1. Busi

2.1.3 Definisi Busi (*Spark Plug*)

Busi terdiri dari elektroda positif, elektroda negative, isolasi terminal, mur, dan ulir. Kedua elektroda mur dan ulir terbuat dari paduan baja nikel, sedangkan isolasi terbuat dari bahan porselin. Terminal biasanya terbuat dari sejenis tembaga atau logam khusus. Diantara kedua ujung elektroda dibuat suatu celah sebesar 0,5-0,7 mm untuk menimbulkan loncatan bunga api listrik. Busi yang buruk dapat mengakibatkan motor sulit distart, pemakaian bahan bakar boros, atau putaran motor yang tidak teratur.

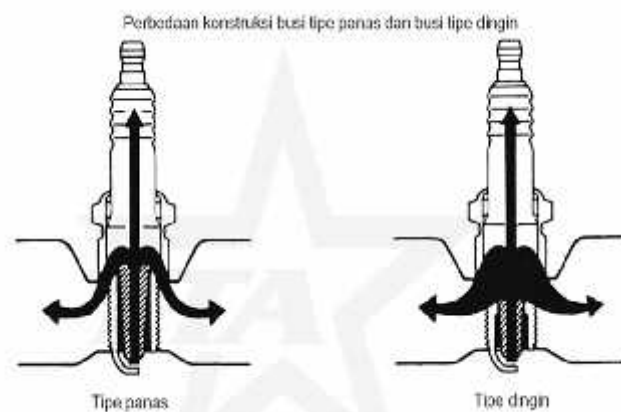
Menurut standarisasi pabrik, busi dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yang berbeda sesuai tingkatannya yaitu :

➤ Tipe panas

Busi tipe panas adalah busi yang lebih lambat untuk mentransfer panas yang diterima. Cepat mencapai temperatur kerja yang optimal namun jika untuk pemakaian yang berat bisa terbakar. Biasa digunakan pada motor-motor standard untuk penggunaan jarak dekat

➤ Tipe dingin

Busi tipe dingin lebih mudah mentransfer panas ke bagian *head cylinder*. Biasanya digunakan untuk penggunaan yang lebih berat misalnya untuk balap atau pemakaian jarak jauh karena sifatnya yang mudah dalam pendinginan.



Gambar 2.2. Tipe-tipe Busi

2.2 Cara Kerja Alat Uji Pengapian Busi

Untuk mengetahui kondisi suatu busi adalah dengan melihat focus tidaknya percikan bunga api yang dihasilkan dari busi tersebut, dapat dilihat pada rancangan Alat Uji Pengapian Busi ini.

Proses bekerja alat ini yaitu pada saat saklar dihidupkan ON maka arus listrik dari power supply sebesar 12 volt pengganti baterai mengalir ke CDI, kemudian diteruskan ke *coil*, dalam *coil* arus yang masuk dari CDI diubah menjadi 10.000 volt – 20.000 volt = 10KV – 20KV, yang kemudian dialirkan ke busi sehingga terjadi lompatan bunga api yang dapat dilihat dengan mata telanjang (transparan) dengan bantuan kaca pembesar. Dengan melihat besar kecilnya lompatan bunga api dan warna bara api pada busi sehingga diketahui kualitas busi yang diuji.

2.3 Komponen – komponen Alat Uji Pengapian Busi

2.3.1 Power supply / Adaptor 12 volt DC

Power supply / adaptor dengan kapasitas tegangan 12 – 16 volt 50 AH (*Amper / Hours*) berfungsi sebagai sumber utama arus listrik untuk *mensupply* arus kerangkaian primer guna mendapatkan induksi tegangan tinggi untuk meletikkan bunga api pada busi yang diuji.

2.3.2 Saklar ON/OFF

Berfungsi memutuskan dan menghubungkan arus listrik dari Listrik PLN ke power supply juga fungsi lainnya dapat menghubungkan sekaligus memutus arus listrik dari *power supply* ke CDI.

2.3.3 Fuse / Sekring

Berfungsi sebagai penghubung sekaligus pengaman apabila terjadi konslet yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen lain. Dimana *fuse* ini pada saat terjadi konslet akan secara langsung akan putus sehingga arus yang berlebihan tidak menjalar ke mana-mana.

2.3.4 CDI (*Capacitor Discharge Ignition*)

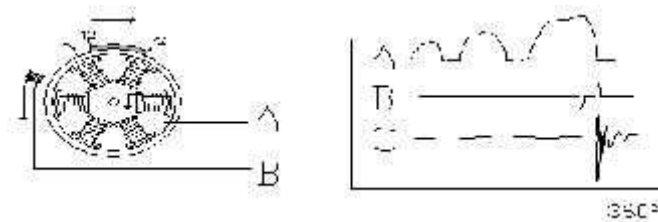
Pada alat ini yaitu CDI berfungsi sebagai penyimpan energi listrik dari *power supply*, dimana energi yang disimpan kemudian dialirkan ke coil.



Gambar 2.3. CDI Racing

2.3.5 Pulser Coil

Pulser berfungsi sebagai sebagai pemberi *sinyal* / tanda kepada CDI untuk mengeluarkan arus yang disimpan ke *Coil*. Dimana pulser ini dapat mengeluarkan tegangan 4 - 7 ampere



Gambar 2.4. System pulser

2.3.6 Ignition Coil

Berfungsi mengubah tegangan baterai dari 12 volt masuk ke CDI, dalam coil primer terinduksi 200 – 300 watt diubah menjadi 10.000 volt – 20.000 volt di coil sekunder, tergantung dari perbandingan jumlah lilitan pada kumparan primer dengan kumparan sekunder, tegangan tersebut didapat dari prinsip perubahan tegangan Transformator yaitu dengan persamaan :

a). Perhitungan mencari tegangan sekunder *coil* pengapian (Vs)

$$V_s = \frac{V \cdot N}{N}$$

Dimana :

V_s = Tegangan Skunder (volt)

V_p = Tegangan Primer (volt)

N_s = Jumlah Gulungan Skunder (gul)

N_p = Jumlah Gulungan Primer (gul)

b) Perhitungan mencari Arus sekunder pada *coil* pengapian (I_s)

$$I_s = \frac{V_p \cdot N_s}{V_s \cdot N_p}$$

Dimana :

V_s = Tegangan Skunder (volt)

V_p = Tegangan Primer (volt)

I_s = Arus Yang Mengalir Pada Coil (Amper)

I_p = Arus Primer Yang Mengalir Pada Coil (Amper)

c) Perhitungan daya yang mengalir pada *coil* pengapian (P)

$$P = V_s \cdot I_s$$

Dimana :

V_s = Tegangan Skunder (volt)

I_s = Arus Yang Mengalir Pada Coil (Amper)

P = Daya Pada Kumparan Skunder (Watt)



Gambar 2.5. Gambar coil

2.3.7 Busi

Busi berfungsi menghantarkan arus pengapian keruang bakar, dimana pada bagian yang diberi jarak / *gap* atau celah yang dihasilkan bunga api. Tekanan yang tinggi, temperatur tinggi, dan tegangan tinggi yang mempengaruhi busi pada beban yang *extrim*.

BAB III METODE PERANCANGAN

3.1 Jenis perancangan

Perancangan yang dilakukan adalah dengan mengadakan *survey* dilapangan berupa pengamatan dan penganalisaan tentang bentuk dari alat yang dirancang.

3.2 Metode perancangan

1. Metode Observasi

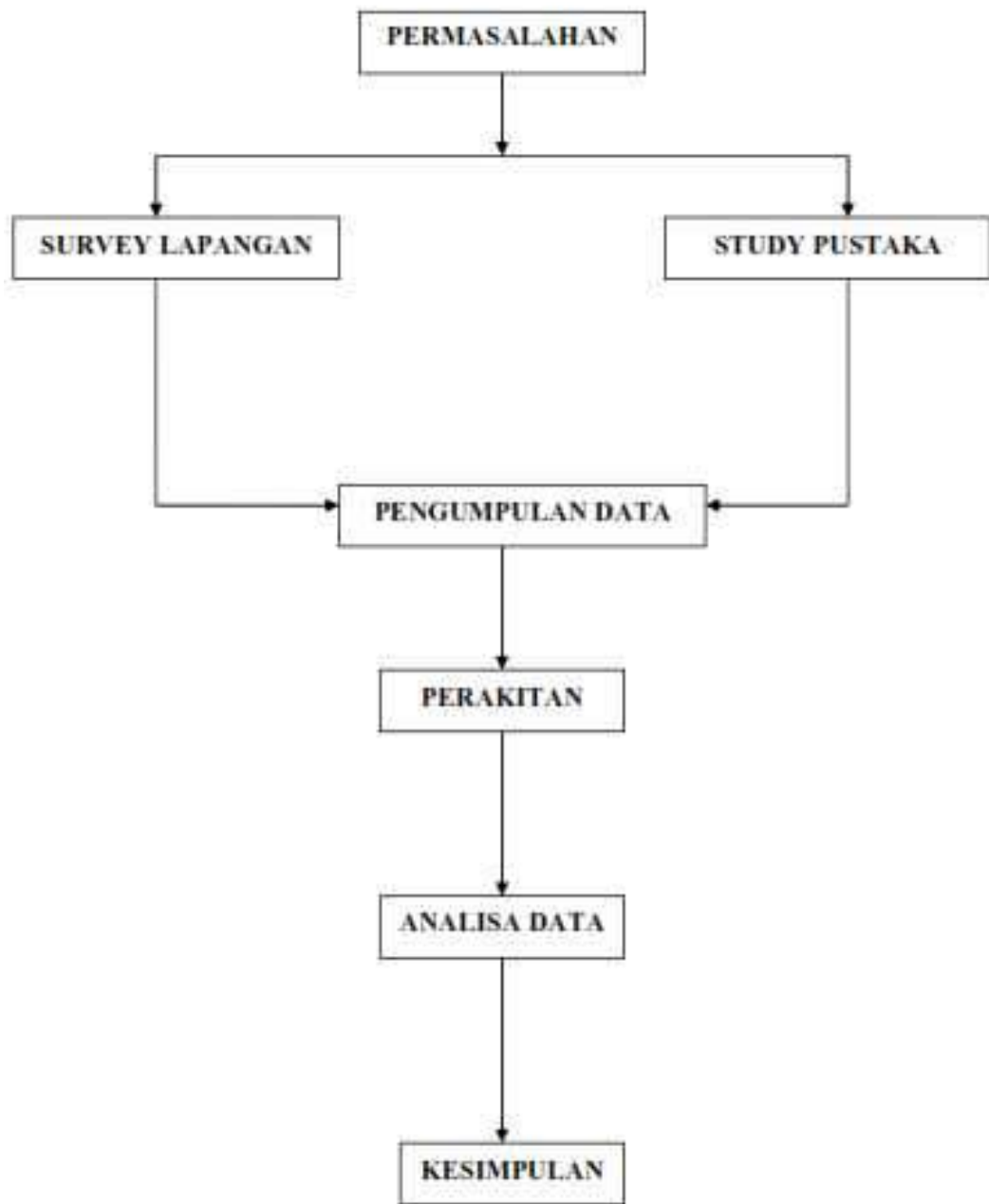
Melakukan penelitian dilapangan baik berupa bengkel kendaraan roda dua, toko onderdil motor dan salah satu dealer motor terkemuka yang menangani *service center* dan *sparepart* motor.

2. Metode Literatur

Mengumpulkan data- data dari buku-buku dan media *elektronik* (*website*) untuk dijadikan bahan acuan perancangan Alat Uji Pengapian Busi.

3.3 Diagram Alir Perancangan

Perancangan Alat Uji Pengapian Busi dilakukan secara bertahap berdasarkan Diagram Alir Perancangan dari permasalahan bagai mana merancang suatu alat uji hingga perakitan komponen – komponen dan kesimpulan dari hasil uji rancangan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

3.4 Pengolahan Data

Keseluruhan data – data yang di peroleh dengan menggunakan metode – metode diatas kemudian diolah sebagai berikut :

a. Seleksi Data

Yaitu memeriksa dan menyeleksi data – data yang dibutuhkan dalam perancangan Alat Uji Pengapian Busi yang uji.

b. Klarifikasi Data

Yaitu menempatkan data–data berdasarkan sub–sub bagian pada proses perencanaan Alat Uji Pengapian Busi.

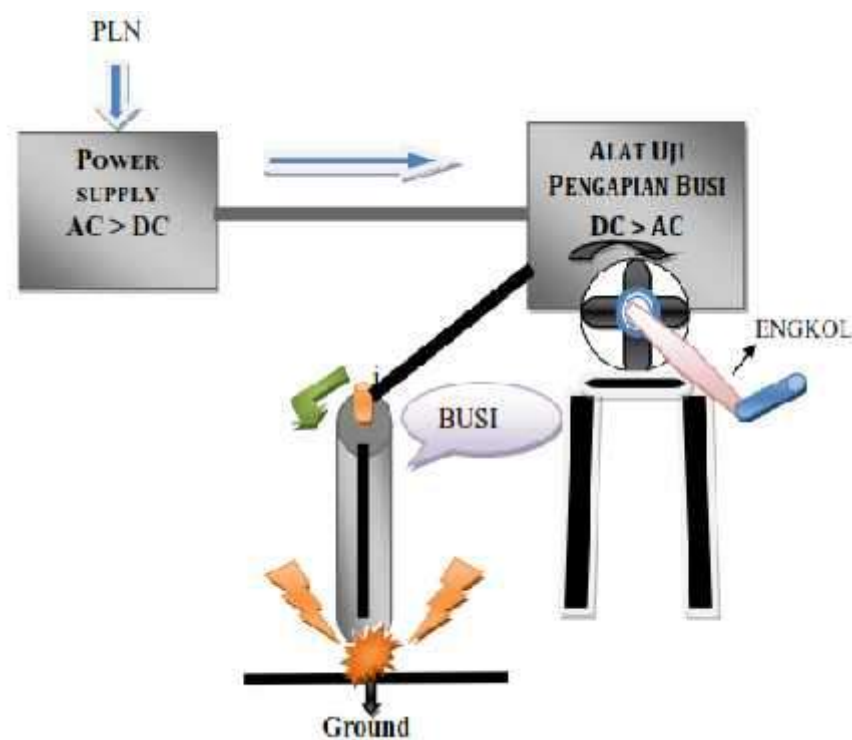
3.5 Gambaran Awal Perancangan Alat Uji Pengapian Busi

Cara kerja alat uji :

Cara melihatnya adalah *focus* tidaknya percikan bunga api pada busi .

Cara alat :

Saat saklar kontak ditekan / on. Arus listrik dari batrai 12 volt mengalir kealat uji busi, yang tegangannya diubah menjadi 10.000 volt sampai 20.000 volt, lalu di alirkan ke busi.



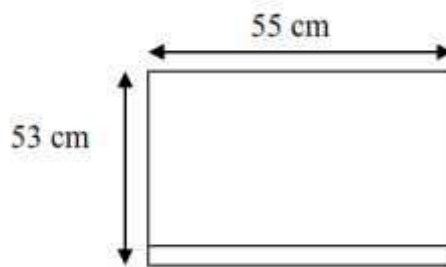
Gbr. 3.2. Gambar Awal Perancangan

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PERANCANGAN

4.1. Dimensi Keseluruhan Alat Uji.

Untuk menghasilkan Alat Uji Pengapian Busi yang kompak dibutuhkan dimensi yang tidak terlalu besar sehingga tidak memerlukan ruang yang besar, karena untuk penjelasan agar penulis mudah menjabarkan rancangan maka penulis membuat alat peraga sederhana sebagai berikut :

- Panjang = 55 cm
- Lebar = 10 cm
- tinggi. = 53 cm
- Tebal Triplek = 3mm



Gambar.4.1. Ukuran Rangka Alat Uji Tampak Depan.



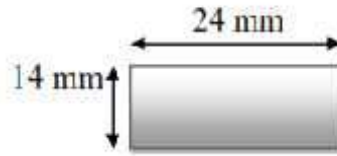
Gambar.4.2. Ukuran Rangka Alat Uji Tampak Samping.

4.2. Sistem Penggerak.

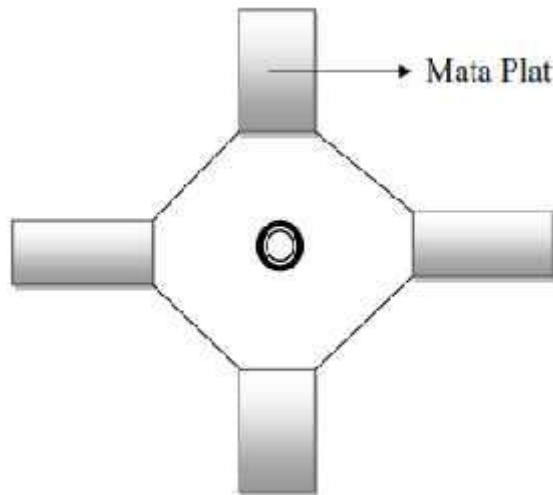
Karena alat uji pengapian ini dirancang secara ekonomis maka sebagai penggerak digantikan oleh putaran engkol secara manual yang memutuskan dan menyambung arus medan magnet yang berasal dari pulser ke dalam CDI.

4.3. Ukuran Plat Yang Bersinggungan Dengan Pulser.

Jumlah plat besi yang bersinggungan dengan pulser sebanyak 4 mata plat yang dirancang dalam satu plat besi.



Gambar. 4.3. Mata Plat



Gambar. 4.4 Plat berbentuk kipas

4.4. Putaran Mata Kipas Bersinggungan Dengan Pulser.

Putaran ini dihitung setiap menit, sesuai dengan hasil percobaan pada alat uji yang telah dilakukan.

Putaran yang dapat dilakukan tiap detiknya adalah :

1 detik = 1 - 4 kali putaran.

Jika diasumsikan tiap detiknya 2 putaran dan 1 menit = 60 detik

$n = 2 \text{ putaran} \times 60 \text{ detik} = 120 \text{ putaran / menit (Rpm)}$.

Dengan jumlah mata plat = 4 mata

Jadi setiap menit pulser bersinggungan dengan mata plat sebanyak :

Singgungan = $120 \text{ putaran} \times 4 = 480 \text{ singgungan / menit}$.

4.5. Perhitungan gaya yang bekerja pada alat pemutar

Daya yang diperlukan alat penggerak, diambil terlebih dahulu Daya dari pulser adalah :

$$\text{- Daya Minimum} = P_{\min} = 12 \times 4 = 48 \text{ watt}$$

$$\text{- Daya Maksimum} = P_{\max} = 12 \times 7 = 84 \text{ watt}$$

Diket :

$$n = 120 \text{ rpm}$$

$$P = 48 \text{ watt}$$

Jadi :

$$P = T \times \omega$$

$$P = T \times \frac{2 \pi n}{60}$$

$$48 = T \times \frac{2 \pi 120}{60}$$

$$T = \frac{4}{\frac{2 \pi 1}{60}}$$

$$T = 3,82165601 \text{ N.m}$$

Jadi nilai momennya adalah **3,82 N.m**

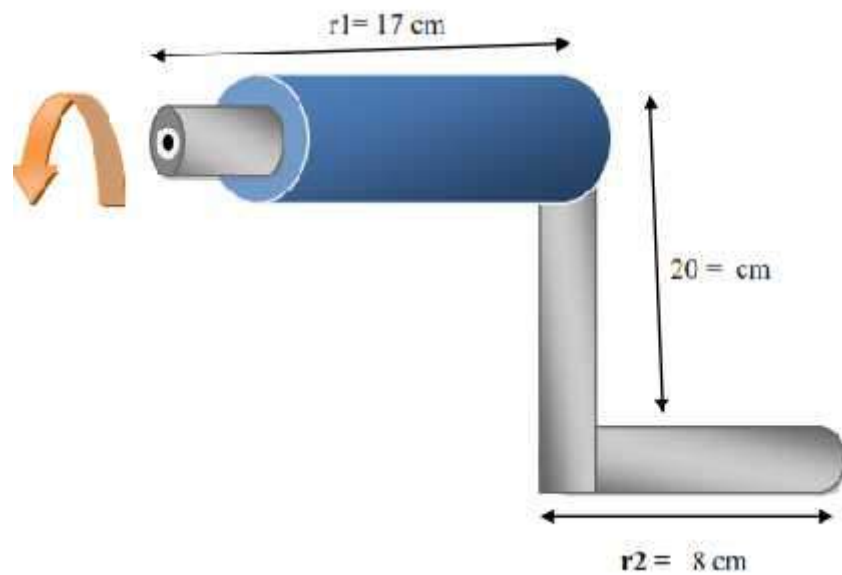
$$T = F \times r$$

$$F = \frac{T}{r}$$

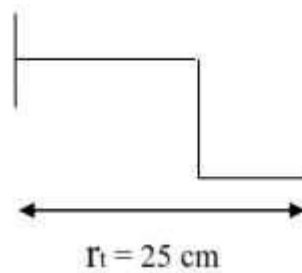
$$F = \frac{3,8}{2}$$

$$F = 0,1528 \text{ N}$$

Jadi gaya yang bekerja pada alat pemutar mempunyai nilai **0,1528 N**



Gambar.4.5. Poros Engkol Pada alat uji



Gbr.4.6. Panjang Batang Penggerak Putaran

4.6 Perhitungan Sistem Pengapian

Coil pengapian berfungsi untuk membentuk arus tegangan tinggi guna disalurkan pada busi, bila perbandingan jumlah kumparan primer dan skunder 1 : 100, tegangan pada kumparan primer = 12 volt, maka tegangan skunder (V_s), maka dapat diketahui dengan persamaan :

$$V_s = \frac{V \cdot N}{N}$$

$$V_s = \frac{1 \text{ v} \cdot 1 \text{ g}}{1 \text{ g}}$$

$$V_s = 1200 \text{ volt}$$

4.7 Perhitungan Arus Yang Mengalir Pada Coil

Pada coil tegangan skundernya (V_s) telah diketahui 1200 volt dan tegangan primer (V_p) yang diakibatkan induksi yang terjadi 300 volt, bila arus primer (I_p) yang mengalir 7 amper (arus dari adaptor) maka arus skunder (I_s) adalah :

$$I_s = \frac{I_p \cdot V_p}{V_s}$$

$$I_s = \frac{7 \cdot 300}{1200}$$

$$I_s = 1.75 \text{ Amper}$$

4.8 Perhitungan Daya Yang Mengalir Pada Coil Pengapian

Karena pada coil tegangan skundernya (V_s) sebesar 1200 volt dan arus skundernya (I_s) sebesar 1.75 amper maka daya pada kumparan skundernya (P) adalah :

$$P = V_s \cdot I_s$$

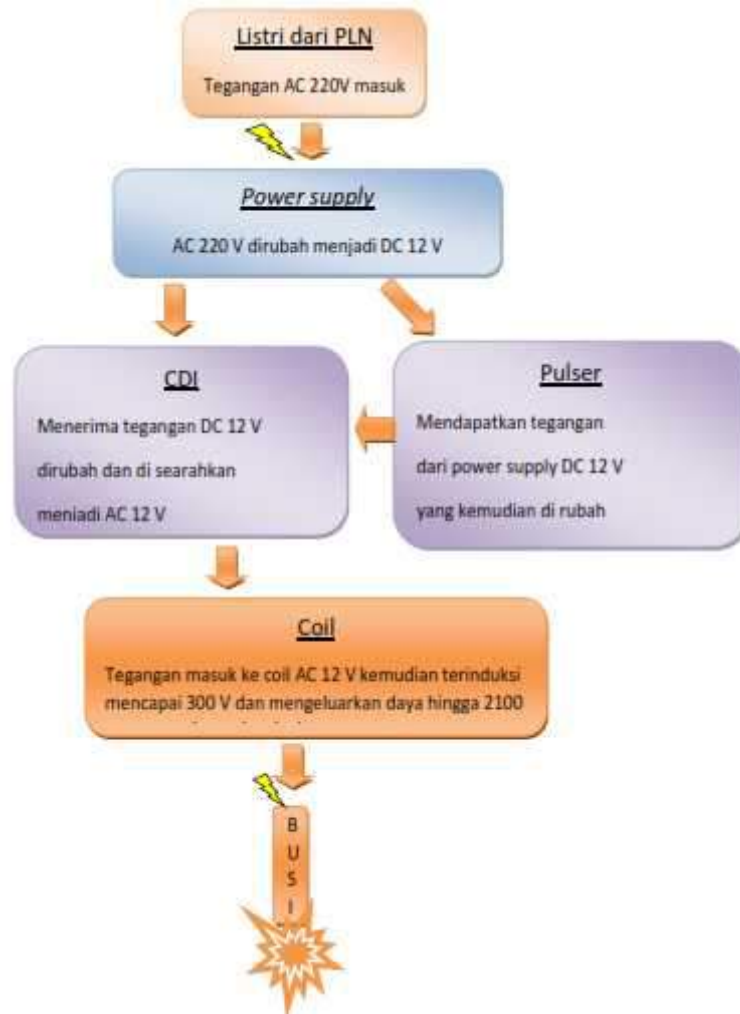
$$P = 1200 \cdot 1.75$$

$$P = 2100 \text{ watt} = 2,1 \text{ KW}$$



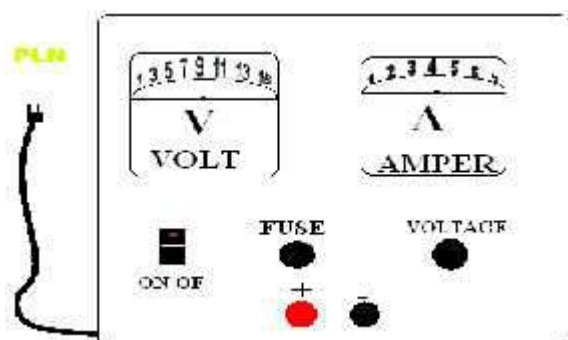
Gambar.4.7. Alat Uji Pengapian Busi Dari Depan dan Belakang

4.9 Skema Alat Uji Pengapian Busi

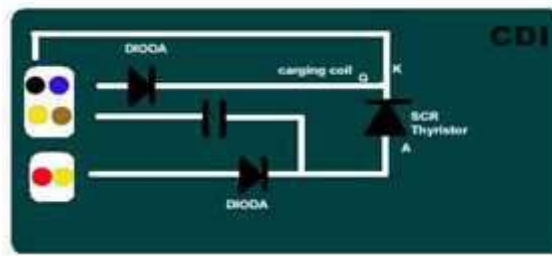


Gambar 4.8. Skema Alat Uji Pengapian Busi

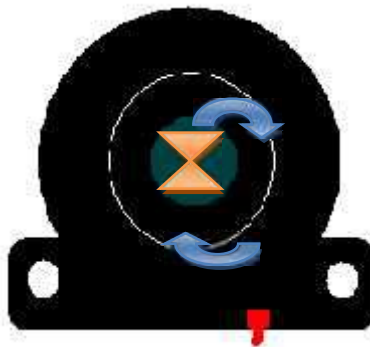
4.10 Skema Gambar Komponen Alat Uji Pengapian Busi



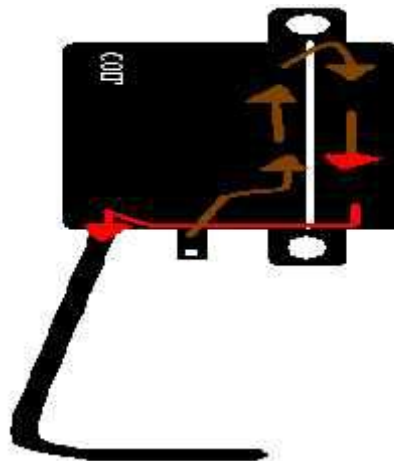
Gambar 4.9. Power supply



Gambar 4.10. CDI



Gambar 4.11. Pulser



Gambar 4.12. Coil

4.11 Proses kerja Alat Uji Pengapian Busi

Proses kerja alat ini sangatlah sederhana, karena pembuatan alat ini dibuat semudah mungkin untuk digunakan dan dipelajari. Cara penggunaannya dan cara kerjanya adalah :

1. Tancapkan kabel penghubung alat dengan sumber arus listrik (listrik PLN).

2. Pasang busi kendaraan yang akan digunakan pada tempatnya.



Gambar 4.13. Busi beserta dudukannya

3. Pasang *cup plug* (tutup busi)

4. Tekan saklar 1 on pada *power supply*.

5. Tekan saklar 2 on untuk penghubung *power supply* kekomponen.

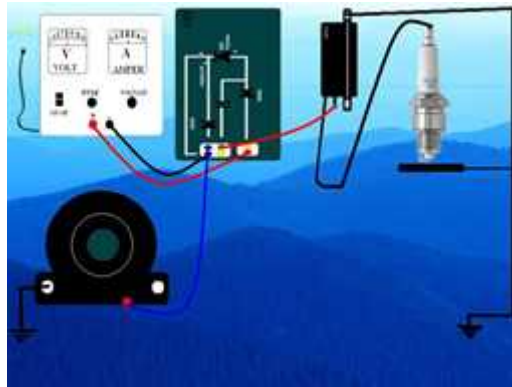
6. Putar engkol dengan arah searah dengan jarum jam,maka pullser akan mengeluarkan arus ke cdi sesuai cepat atau lambatnya putaran engkol, perhatikan busi. Pada saat engkol diputar busi mengeluarkan letikan bunga api.



Gambar 4.14. Engkol



Gambar 4.15. Singgungan engkol dan pulser



Gambar 4.16. Proses alur kerja alat uji pengapian busi.

Dengan cara demikian kita sudah dapat melihat kualitas busi tersebut dengan membedakan warna hasil letikannya, sekaligus kita dapat mempelajari dari awal proses terjadinya letikan pada busi

4.12 Maksud Pengujian Dan Pembahasan Hasil Uji Coba

Pengujian yang dilakukan dengan Alat Uji Pengapian Busi bertujuan untuk melihat percikan bunga api yang dihasilkan oleh beberapa macam tipe busi yang secara umum digunakan pada kendaraan roda dua , sehingga dapat diketahui perbedaan kualitas dan performa busi tersebut.

4.13 Hasil Uji Pada Macam –Macam Kondisi Busi Yang Telah Terpakai

Untuk mengetahui dan menganalisa busi yang bermasalah dan mengetahui kondisi busi yang telah terpakai masih dalam keadaan baik atau buruk, maka dapat diklarifikasikan berdasarkan standarisasi pabrikan secara umum dilihat dari kondisi dan percikan bunga api pada busi dengan menggunakan Alat Uji Pengapian Busi sekaligus dapat mengetahui dampaknya pada mesin kendaraan.

1. Noda Corona

Yang tampak : Sinar yang tampak di atas rumah busi dalam keadaan gelap, mengintari permukaan insulator.

Kondisi mesin: Tidak mengganggu kondisi busi, tetapi akan menyebabkan endapan coklat pada insulator di atas rumah busi.

Kemungkinan: Kebocoran busi yang berdekatan dengan insulator



Gambar 4.17. Busi dengan noda corona.

2. Insulator Rusak

Yang tampak : Retak pada insulator busi.

Kondisi mesin: Timbul hubungan singkat arus listrik, yang menyebabkan putaran stasioner tidak normal dan akselerasi tidak baik.

Kemungkinan : Kesalahan pada waktu melepas dan memasang busi, salah penggunaan alat



Gambar 4.18. Busi dengan insulator rusak.

3. Normal

- Yang tampak : - Insulator terlihat coklat muda atau keabu-abuan.
- hanya sedikit bekas pembakaran yang menutupi elektrodanya.



Gambar 4.19. Busi dengan keadaan normal

4. *Carbon Fouling* / Karbon Kotor

Yang tampak : Insulator & elektroda tertutup oleh lapisan serbuk karbon kering berwarna hitam.

Kondisi Mesin : Susah start, pengapian tidak baik, akselerasi buruk, pada kasus berat, mesin tidak dapat hidup.

Kemungkinan : Choke tidak baik, campuran terlalu kaya, pengapian lambat, pembakaran timah hitam, tingkat panas busi dingin.



Gambar 4.20. Busi dengan keadaan karbon kotor

5. Oil Fouling / Kotoran Oli

Yang tampak : Insulator & elektroda tertutup endapan oli basah berwarna hitam.

Kondisi Mesin : Susah start, pengapian tidak baik.

Kemungkinan : Ring pada piston, silinder, katup sudah jelek.

Mesin harus dioverhoul.



Gambar 4.21. Busi dengan keadaan kotor karena oli.

6. Lead Fouling / warna insulator

Yang tampak : Endapan di insulator berwarna kuning / coklat tua.

Kondisi Mesin : Pengapian tidak baik pada saat akselerasi mendadak / beban penuh, tetapi tidak berlawanan pada kondisi normal.

Kemungkinan : Menggunakan bensin dengan kandungan timah hitam oktan tinggi.



Gambar 4.22. Busi dengan keadaan terdapat endapan pada insulator.

7. Over Heating / Elektroda terbakar

Yang tampak : Insulator berwarna putih pucat dengan elektroda tengah rusak terbakar.

Kondisi Mesin : Kekurangan tenaga pada kecepatan tinggi/beban penuh.

Kemungkinan : Waktu pengapian terlalu cepat, pendinginan kurang, nomor tingkat panas busi rendah, detonasi berat



Gambar 4.23. Busi dengan keadaan elektroda terbakar.

8. *Pre Ignition* / elektroda meleleh atau terbakar parah

Yang tampak : Elektroda (+) & (-) terbakar atau meleleh dan endapan aluminium atau logam lain di insulator

Kondisi Mesin : Kehilangan tenaga sehingga, mesin rusak..

Kemungkinan : - Banyak persamaan seperti over heating.
- Pembakaran sudah terjadi sebelum busi memercikan api.



Gambar 4.24. Busi dengan keadaan kepala elektroda terbakar parah.

9. *Broken Insulator* / insulator pecah

Yang tampak : Insulator retak / pecah sedikit.

Kondisi Mesin : pengapian jelek.

Kemungkinan : Detonasi yang berat, penyetelan jarak elektroda tidak standard.



Gambar 4.25. Busi dengan keadaan insulator retak atau pecah.

10. Mechanical Damage

Yang tampak : Elektroda tertekuk dan insulator patah akibat dari tekanan.

Kondisi Mesin : Pengapian tidak baik.

Kemungkinan : Ulir busi terlalu panjang untuk silinder head, ada benda asing di ruang bakar



Gambar 4.26. Busi dengan keadaan Elektroda tertekuk dan insulator patah

11. Torchead Seat

Yang tampak : Ulir dan dudukan busi meleleh.

Kondisi Mesin : Tenaga mesin hilang, menyebabkan mesin rusak.

Kemungkinan : Momen pengencangan busi terlalu besar.



Gambar 4.27. Busi dengan keadaan Ulir dan dudukan busi meleleh.

12. Kondisi Busi Mati

Busi didefinisikan mati apa bila hasil pengujian percikan bunga api yang dihasilkan berwarna kemerahan dan menyebar atau percikan tidak ada sama sekali.

4.14 Pengaturan Celah Busi

Pengaturan celah busi sangatlah penting, dikarenakan apabila ukuran celah busi tidak sesuai maka hasil letikan dari busi tidak dapat diperoleh secara maksimal. Cara menyetel celah busi sangatlah sederhana yaitu dengan menggunakan *fullergage*. Yaitu plat tipis yang tebalnya sudah disesuaikan dengan kebutuhan. Tebal platnya dimulai dari 0.05 mm terus hingga kurang lebih sampai 1.00 mm. Kita dapat menyetel dengan jarak kerenggangan standar penggunaan adalah 0,5 mm > 0.9 mm jarak elektroda dengan *ground* yang terdapat tepat di atas elektroda.

4.15 Membaca Kode Busi.

Berikut adalah kode-kode yang muncul di *box* part busi.

NGK :

1. C : Diameter ulir busi (B : 14mm, C : 10mm, D : 12mm)
2. P : Type rancangan busi (hanya pabrikan yg tahu kode ini)
3. R : Busi dengan resistor di dalamnya (untuk mesin dengan technology digital menggunakan busi type ini untuk menghindari terjadinya frekuensi yg dapat mengganggu pembacaan sensor digital) .
4. "7" : Tingkat panas busi (semakin kecil angkany 6, 5, 4 disebut busi panas. Semakin besar 8, 9 disebut busi dingin)
5. H : Panjang ulir busi (H : 12,7mm , E : 19mm, L : 11,2mm)
6. S : Type elektroda tengah (IX : inti elektroda dari bahan iridium, G : type busi racing <spesial performance>, P : inti tengah berbahan platinum, S : inti tengah tembaga <standar>)
7. "9" : celah inti elektroda busi (9 : celah busi 0,9mm , 10 : celah busi 1mm)

DENSO :

1. U : Diameter ulir busi (U : 10mm, X : 12mm, W : 14mm)
2. "22" : Tingkat panas busi (semakin kecil angkany 20, 19 disebut busi panas. Semakin besar 24, 26 disebut busi dingin)
3. F : Panjang ulir busi (E : 19mm, F : 12,7mm , L : 11,2mm)
4. S : Type rancangan busi
5. U : Bentuk elektroda samping "U"
6. "9" : Celah inti tengah elektroda (9 : celah busi 0,9mm , 10 : celah busi 1mm)

Kode dan cara pembacaan busi (NGK spark plug)						
B	P	R	5	E	S	-11
<p><Thread diameter></p> <p>A.....18 mm</p> <p>B.....14 mm</p> <p>C.....10 mm</p> <p>D.....12 mm</p> <p>E.....8 mm</p> <p>BC.....14 mm</p> <p>DC.....12 mm</p> <p>(Distance across hexagon electrode face 3#mm)</p>	<p>P : Projecting insulator type</p> <p>U : Semi-surface discharge or surface discharge type</p>	<p>R: Resistor type</p>	<p><Tangle/corner></p> <p>2 Tapered</p> <p>4 ↑</p> <p>5 ↑</p> <p>6 ↑</p> <p>7 ↑</p> <p>8 ↑</p> <p>9 ↑</p> <p>10 ↓</p> <p>11 ↓</p> <p>12 Type angle</p>	<p><panjang ulir></p> <p>E : 19.0 mm</p> <p>H : 12.7 mm</p> <p>L : 11.2 mm</p> <p>E : Semiscrew type</p> <p>Screw length</p> <p>12.7 mm</p> <p>Total length</p> <p>19.0 mm</p> <p>F : Conical sheet type</p> <p>A-F 10.9 mm</p> <p>B-F 11.2 mm</p> <p>B-EF 17.5 mm</p> <p>BM-F 7.8 mm</p>	<p>S : Standard type</p> <p>Y : Green plug</p> <p>V : V plug</p> <p>WX : WX plug</p> <p>K : External 2 electrodes</p> <p>T : External 3 electrodes</p> <p>Q : External 4 electrodes (for rotary engine)</p> <p>B : For CVCC engine</p> <p>J : 2 electrode rhombic electrode</p> <p>C : Rhombic electrode</p> <p>P : Platinum chip plug</p> <p>U : Semi-surface discharge type</p> <p>A,B</p> <p>D,Z: Special specification</p>	<p><Gap Busi></p> <p>-9 : 0.9 mm</p> <p>-11 : 1.1 mm</p> <p>-13 : 1.3 mm</p> <p>-L Medium heat range</p> <p>-N Ground electrode dimensions, etc. are different</p>
<p>BC... This spark plug has the International Organization for Standardization (ISO) dimensions of the BCF type with the length from the plug gasket surface to the terminal nut tip 2.5 mm shorter than the BCF type.</p>						

Gambar 4.28. Kode pembacaan busi NGK

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.

➤ **1. Besarnya Listrik Yang Mengalir Pada Alat Uji.**

Dari hasil perhitungan Alat Uji Pengapian Busi diperoleh :

1. Tegangan coil pengapian = 1200 volt
2. Arus yang mengalir pada coil = 1.75 amper
3. Daya yang mengalir pada coil. = 2100 watt = 2.1 kw

➤ **2. Tingkatan Perencanaan Alat.**

Apabila kita perhatikan alat ini, dari segi komponen dan rangkaian sekaligus bentuknya belumlah sangat sederhana dikarenakan besarnya yang belum minimalis dan komponennya yang masih terlalu banyak. Akan tetapi dari segi pendidikan alat ini dapat membuat kita bisa dan mudah mengerti bagaimana dan seperti apa kerja pengapian busi dalam kendaraan bermotor.

Sebenarnya ada dua jenis alat uji pengapian busi yang digunakan. Dari dua jenis alat tersebut yang kita gunakan adalah *semi electronic* dikarenakan masih menggunakan daya penggerak sebagai sumber utama kedua arus listrik.

➤ **3. Hasil Uji Pengapian Busi Dari Beberapa Merek Dipasaran.**

Banyak sekali merek merek busi yang beredar di pasaran saat ini, akan tetapi merek yang sering atau pada umumnya digunakan untuk kelas motor bebek 4 tak adalah :

1. NGK
2. DENSO
3. FUKUYAMA

Dari ketiga merek tersebut penulis melakukan pengujian hasil pengamatan dengan menggunakan alat yang telah penulis buat dengan hasil Busi No 1 lebih bagus untuk pemakaian sehari – hari (standar).

Dikarenakan pada saat pengujian terlihat percikan api yang keluar dari busi berwarna biru keabu-abuan, sedangkan yang no 2 sedikit berwarna kemerahan. Sedangkan untuk No 3 sangat bagus percikan yang terjadi tapi untuk pemakaian sehari-hari sangatlah kurang efisien karena akan mempercepat pembakaran (boros bahan bakar).

Adapun pertimbangan yang lain yaitu arah percikannya bunga api dari karbon apakah lurus (focus) atau pudar kearah *head groun electrode*, jika focus busi itu bagus dan dapat diyakinkan 99 % akan hidup jika dipasang pada kendaraan.

Serta ada satu komponen pendukung yang mungkin kita kesampingkan selama ini, komponen itu adalah cup plug / *resistor cover*. Sebenarnya komponen ini memiliki peranan penting selain sebagai pelindung komponen ini juga sebagai penghantar atau penerus arus listrik dari coil ke busi, jika bahan *resistor cover* kurang bagus maka arus listrik hasil hantarannyapun akan kurang baik pula, dan ini akan berpengaruh pada busi.

5.2. Saran

Berdasarkan dari hasil percobaan dan perhitungan serta dari penelitian di beberapa bengkel dan service center kendaraan bermotor, maka saran yang dapat diberikan adalah :

- 1) Apabila ingin menggunakan Alat Uji Busi yang *simple* dan minimalis maka gunakanlah Alat Uji Busi *Full Electronic*.
- 2) Untuk mendapatkan pengapian yang bagus gunakanlah busi yang bagus. Apabila pengapian tidak bagus akan berpengaruh juga dengan mesin (Busi bagus mesin akan lebih awet dan tidak cepat rusak).

- 3) Gantilah busi kendaraan anda setiap dan setelah menempuh jarak 10.000 km hingga 15.000 km. Karena umur busi yang baik dan bagus juga dapat kita lihat dari umurnya dengan menghitung jarak yang sudah ditempuh oleh kendaraan tersebut.
- 4) Alat uji pengapian busi ini belumlah sempurna dikarenakan belum memiliki alat pengukur temperature atau pendeteksi tingkatan panas api pada busi.
- 5) Apabila pada alat ini sudah terpasang alat pendeteksi panas kita juga bisa menyempurnakannya lagi dengan menambah suatu rangkain *electric* yang dapat menghubungkan alat uji ke *Computer* secara langsung dan inipun akan memudahkan kita untuk mengetahui secara detail tingkatan panas dan besar arus listrik yang berada pada busi. Biasanya salah satu program pendukung yang dapat digunakan untuk pembuatan alat ini yaitu Delphi.2.5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arends BPM dan Berenschot.H, (1980), "Motor Gasoline", Erlangga Publisher, Jakarta.
- [2] Arismunandar Wiranto, (2002), "Prime Mover Combustion Engine". ITB, Bandung.
- [4] Daryanto, (1985), "Automotive Engineering", Earth Literacy, Jakarta.
- [5] Depari, Ganti, (1991) Belajar Teori dan Keterampilan Elektronika, Cetakan Ke-3, CV Armico, Bandung.
- [6] Djati Nursuhud, (2006), "Energy Conversion Machine "Andi Publishers, Yogyakarta.
- [7] Dwiki Muda Yulanto, (2015), "Pengaruh Variasi Waktu Pengapian Dan Volume Larutan Elektrolit Pada Elektroliser Terhadap Daya Mesin Supra X 125 Tahun 2007, Nosel-Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol3 No.4, UNS Surakarta.
- [8] Indrawan Nurdianto, Aris Ansori, (2015), "Pengaruh Variasi Tingkat Panas Busi Terhadap Performa Mesin Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Tak", JTM. Volume 03 Nomor 03 Tahun 2015, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- [9] Kiyokatsu suga, Sularso, (1997) Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Cetakan ke-9, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [10] L. C. Lichty, (1951), "Internal Combustion Engines ", sixth Edition, Mc Grawhill Company, Inc, Tokyo Kogakusha Company Ltd.
- [11] Najamudin, (2014) "Modification Effect of Volume Cylinder Four Stroke Engine to Effective Power, 3rd International Conference on Engineering and Technology Development, Bandar Lampung University, Bandar Lampung, Indonesia.
- [12] Najamudin, (2015), "Analisa Prestasi Mesin T]Ntuk Motor Bakar 4 Langkah Menggunakan Bahan Bakar Premium Tt Dan Pertamina Plus", Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung.
- [13] Nyoman Sutantra, (2001), Teknologi Otomotif. Teori dan Aplikasinya, penyunting : Prasetyo Yudie M, Edisi ke-1, Penerbit Guna Widya, Surabaya.
- [14] Prihono, [2009], Jago Elektronika Secara Otodidak, Penyunting : Ade Irawan, Cetakan ke-1, PT Kawan Pustaka, Jakarta.
- [15] Robingu Usman, (1997), " Combustion Engine 3", The Ministry of Education and Culture, Jakarta.
- [16] RS. Northop, (1995), "Motorcycle Repair Technique", Faithful Reader. Bandung.
- [17] Sunyoto, Karnowo, S. M. Bondan Respati, (2008), "Mechanical Engineering Industry Volume 1 and 2," The Ministry of National Education, Jakarta.
- [18] Werlin S nainggolan, (1987), "Thermodynamic", CV. Armico Publisher, Bandung.
- [19] Williard W. Pulkrabek, (2002), Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine, Second edition, Printed by United States of America.
- [20] Zevy D. Maran, (2007), "Automotive Repair Tools", CV. Andi Offset, Yogyakarta.