



**PENGEMBANGAN *VACUUM VALVE* SEBAGAI ALAT PENGHISAP
KOTORAN *CARBON* DIRUANG BAKAR**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik**



Oleh :

DIDIK SETYAWAN

15509134023

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2018

PENGEMBANGAN *VACUUM VALVE* SEBAGAI ALAT PENGHISAP KOTORAN *CARBON* DIRUANG BAKAR

Oleh :

Didik Setyawan

15509134023

ABSTRAK

Proyek akhir ini bertujuan untuk (1) membuat alat yang cocok untuk digunakan dalam proses pembersihan ruang bakar di Nissan Datsun Bantul, (2) mengoptimalkan proses pembersihan dalam ruang bakar, (3) meminimalisir dampak bahaya yang ditimbulkan dalam proses pembersihan ruang bakar.

Alat bantu *cleaning* ruang bakar dibuat karena belum adanya alat bantu tersebut di Nissan Datsun Bantul. Dalam membuat alat bantu tersebut melalui beberapa tahapan yaitu: pembuatan desain alat bantu *cleaning* ruang bakar, pembuatan desain rangka dudukan alat tersebut serta mempersiapkan kebutuhan bahan dan alat yang akan digunakan. Setelah itu proses perakitan alat bantu *cleaning* ruang bakar, pembuatan rangka dudukan, pengecatan rangka dudukan. Alat bantu *cleaning* ruang bakar yang telah selesai kemudian dilakukan pengujian, pengujian ini terdiri dari: pengujian fungsi alat dalam penghisapan kerak karbon, pengujian efisiensi alat bantu *cleaning* ruang bakar, serta dampak k3 bagi lingkungan.

Setelah dilakukan pengujian alat bantu *cleaning* ruang bakar didapatkan hasil alat bantu *cleaning* ruang bakar dapat berfungsi dengan baik. Kemudian pada pengujian tingkat efisiensi alat bantu *cleaning* ruang bakar dapat menghemat waktu pembersihan ruang bakar selama 4 menit, serta pembersihan kerak karbon dengan cara divakum hal ini akan meminimalisir bahaya bagi lingkungan. Kemampuan kerja alat bantu *cleaning* ruang bakar masih terdapat kekurangan, adapun beberapa saran untuk dapat lebih menambah penyempurnaan adalah menggunakan sistem motor elektrik agar lebih baik, serta dibersihkan sesudah menggunakan alat tersebut agar lebih awet.

Kata Kunci: Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar.

PENGEMBANGAN *VACUUM VALVE* SEBAGAI ALAT PENGHISAP KOTORAN *CARBON* DIRUANG BAKAR

Oleh :

Didik Setyawan

15509134023

ABSTRACT

This final project aims to (1) make the tools suitable for use in the combustion chamber cleaning process at Nissan Datsun Bantul, (2) optimize the cleaning process in the combustion chamber, (3) minimize the impact of hazards caused in the combustion chamber cleaning process.

The combustion chamber cleaning aids were made because there was no such tool in Nissan Datsun Bantul. In making these tools through several stages, namely: making the design of the combustion chamber cleaning aids, making the design of the device's mounting frame and preparing the needs of materials and tools to be used. After that, the assembly process of cleaning tools is combustion chamber, making the frame, painting the frame. The combustion chamber cleaning aids that have been completed are then tested, this test consists of: testing the function of the tool in carbon sinking, testing the efficiency of combustion chamber cleaning aids, as well as the impact of k3 on the environment.

After testing the cleaning tools of the combustion chamber, the results of the cleaning tools of the combustion chamber can function properly. Then in testing the level of efficiency of the combustion chamber cleaning aids can save time cleaning the rung for 4 minutes, as well as cleaning the carbon crust by means of vacuuming this will minimize the danger to the environment. The workability of the combustion chamber cleaning aids is still lacking, as for some suggestions to be able to further improve is using an electric motor system to be better, and cleaned after using the tool to last longer.

Keywords: Cleaning Tools for combustion chamber.

HALAMAN PENGESAHAN

PROYEK AKHIR
PENGEMBANGAN VACUUM VALVE SEBAGAI ALAT PENGHISAP
KOTORAN CARBON DIRUANG BAKAR




Didik Setyawan
NIM. 15509134023

Telah Dipertahankan Di Depan Penguji Proyek Akhir

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta


Tanggal Agustus 2018

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

NAMA LENGKAP DAN GELAR	TANDA TANGAN	TANGGAL
1. Ketua Penguji : Muhkamad Wakid, S. Pd. M. Eng.		20/8/2018
2. Sekretaris Penguji : Drs. Moch Solikin, M.Kes.		15/8/2018
3. Penguji : Drs. Kir Haryana, M. Pd.		13/8/2018

Yogyakarta, Agustus 2018
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta




Dr. Drs. Widarto, M.Pd.
NIP.19631230 198812 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Didik Setyawan

NIM : 15509134023

Program Studi : Teknik Otomotif

Judul Proyek Akhir : Pengembangan *Vacuum Valve* Sebagai Alat
Penghisap Kotoran *Carbon* Diruang Bakar

Menyatakan bahwa Proyek Akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018

Yang menyatakan,



Didik Setyawan

NIM. 15509134023

LEMBAR PERSETUJUAN

Proyek Akhir Dengan Judul
**PENGEMBANGAN *VACUUM VALVE* SEBAGAI ALAT PENGHISAP
KOTORAN *CARBON* DIRUANG BAKAR**

Disusun Oleh,

Didik Setyawan
NIM. 15509134023

Telah memenuhi syarat dan disetujui Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Proyek Akhir bagi yang

Yogyakarta, 30 Juli 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Disetujui,
Dosen Pembimbing



Drs. Moch Solikin, M. Kes.
NIP. 19680404 199303 1 003



Muhkamad Wakid, S. Pd., M. Eng.
NIP. 19770717 200212 1 001

MOTTO

1. Hidup itu seperti sepeda, harus tetap seimbang maka harus tetap bergerak.
2. Jika orang lain bisa, maka saya harus bisa.
3. Bersyukur dalam segala keadaan membuat hidup kita tenang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul “Pengembangan *Vacuum Valve* Sebagai Alat Penghisap Kotoran *Carbon* Diruang Bakar”.

Disadari bahwa tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak, laporan ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Muhkamad Wakid, S. Pd., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan laporan.
2. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Bapak Moch. Solikin, M.Kes. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Bapak Tafakur, S.Pd, M.Pd, Koordinator Proyek Akhir Program Studi D3 Teknik Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Kepada Ayah dan Ibu yang telah member dukungan, doa dan materinya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan laporan proyek akhir ini.

7. Teman-teman kelas B Teknik Otomotif D3 2015 yang banyak membantu dalam berbagai hal.
8. Serta semua pihak yang telah memberikan saran dan kritiknya sehingga penyusunan laporan proyek akhir ini dapat terselesaikan.

Disadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan ini bermanfaat bagi diri sendiri khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018

Yang menyatakan,



Didik Setyawan

NIM. 15509134023

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
SURAT PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSETUJUAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan	4
F. Manfaat	4
G. Keaslian Gagasan	5
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	6
A. Efisiensi	6
1. Pengertian	6
2. Prinsip Efisiensi	7
3. Pengukuran Efisiensi	9

B. Keselamatan dan Kesehatan Kerja	10
C. Larutan	13
D. Proses Pembakaran	15
E. Plastik	19
F. Pneumatik	21
G. Pengelasan	23
H. Bahan Teknik	25
BAB III KONSEP RANCANGAN PRODUK	28
A. Analisa Kebutuhan	28
B. Rencana Kegiatan	29
C. Pemilihan Bahan Dan Komponen	30
D. Pembuatan Rancangan Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar	31
E. Pembuatan Rancangan Rangka	36
F. Proses Pembuatan Alat Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar	38
G. Proses Pembuatan Rangka Alat Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar	39
H. Proses Pengecatan Rangka	42
I. Rancangan Kebutuhan Alat Dan Bahan	43
J. Rencana Pengujian	44
K. Kalkulasi Biaya	45
L. Rencana Jadwal Pengerjaan	46
BAB IV PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN	47
A. Proses Pembuatan Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar	47
B. Hasil Pembuatan	59

C. Hasil Pengujian	60
D. Pembahasan	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
A. Kesimpulan	82
B. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Ukuran Batang Komponen	40
Tabel 2. Kalkulasi Biaya Yang Diperlukan Untuk Pembuatan Alat	45
Tabel 3. Rencana Jadwal Pengerjaan	46
Tabel 4. Pemotongan Kebutuhan Bahan Rangka	55
Tabel 5. Pengujian Waktu Pengangkatan Sebelum Pakai Alat	61
Tabel 6. Pengujian Waktu Pengangkatan Sesudah Pakai Alat	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Waktu Pembakaran	16
Gambar 2. Proses pembakaran	16
Gambar 3. Simbol Katup Vakum	22
Gambar 4. Contoh Kevakuman	22
Gambar 5. Prinsip Kerja Las	25
Gambar 6. Besi Kotak Berongga (<i>Hollow</i>)	26
Gambar 7. Besi Beton / Besi Lonjor	27
Gambar 8. Desain Penampungan Kerak <i>Carbon</i>	32
Gambar 9. Desain Katup Vakum Tampak Depan Dan Samping	32
Gambar 10. Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar	33
Gambar 11. Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar Tampak Samping	33
Gambar 12. Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar Tampak Atas	34
Gambar 13. Keterangan Alat	34
Gambar 14. Konsep Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar	35
Gambar 15. Tempat Dudukan Alar Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar	37
Gambar 16. Dudukan Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar 3D	37
Gambar 17. Pelapisan Ulir Dengan Tba Isolatif	50
Gambar 18. Ulir Penyambungan	50
Gambar 19. Tabung Dan Katup Vakum Yang Sudah Menyatu	51

Gambar 20. Setelah Kran Dan Sambungan Ke Kompreor Terpasang	51
Gambar 21. Penyambung Selang Tipe Pneumatik Setelah Terpasang	52
Gambar 22. Pengukuran Panjang Selang	52
Gambar 23. Selang Terpasang Ke Tabung	53
Gambar 24. Dudukan Alat	54
Gambar 25. Pengukuran Besi <i>Hollow</i>	56
Gambar 26. Pengukuran Besi Lonjor	56
Gambar 27. Pemotongan Besi <i>Hollow</i>	57
Gambar 28. Pemotongan Besi Lonjor	57
Gambar 29. Posisi Mistar Siku pada Besi Kotak	58
Gambar 30. Pengelasan Besi Kotak	58
Gambar 31. Proses Pengecatan Rangka	59
Gambar 32. Hasil Pembuatan Alat Bantu <i>Cleaning</i> Ruang Bakar	60
Gambar 33. Melepas <i>Intake Manifold</i>	62
Gambar 34. Melepas <i>Coil</i> dan Kabel Busi	63
Gambar 35. Melepas Busi	63
Gambar 36. Menyemprotkan <i>Engine Conditioner</i> ke Lubang Busi	64
Gambar 37. Pembersihan Ruang Bakar Melalui Lubang Busi	64
Gambar 38. Pemasangan Selang Kompresor	65
Gambar 39. Pemasangan Selang Kesambungan Pneumatik	65
Gambar 40. Memasukkan Selang Kedalam Silinder	66

Gambar 41. Membuka Kran Udara	66
Gambar 42. Selang Diputar	67
Gambar 43. Kerak Karbon Yang Ditampung	67
Gambar 44. Penyemprotan Ruang Bakar Untuk Mengeluarkan Kotoran	68
Gambar 45. Melepas <i>Intake Manifold</i>	70
Gambar 46. Melepas <i>Coil</i> dan Kabel Busi	70
Gambar 47. Melepas Busi	71
Gambar 48. Menyemprotkan <i>Engine Conditioner</i>	71
Gambar 49. Pembersihan Ruang Bakar Melalui Lubang	72
Gambar 50. Larutan Pembersih Bercampur Dengan Kerak Karbon Keluar	72
Gambar 51. Penyemprotan Ruang Bakar Untuk Mengeluarkan Kotoran	73
Gambar 52. Kotoran Ruang Bakar Yang Terangkat Keluar	73
Gambar 53. Pembersihan Kotoran Yang Tercecer	74
Gambar 54. Melepas <i>Intake Manifold</i>	74
Gambar 55. Melepas <i>Coil</i> dan Kabel Busi	75
Gambar 56. Melepas Busi	75
Gambar 57. Menyemprotkan <i>Engine Conditioner</i> ke Lubang Busi	76
Gambar 58. Pembersihan Ruang Bakar Melalui Lubang Busi	76
Gambar 59. Pemasangan Selang Kompresor	77
Gambar 60. Pemasangan Selang Kesambungan Pneumatik	77
Gambar 61. Memasukkan Selang Kedalam Silinder	78

Gambar 62. Membuka Kran Udara	78
Gambar 63. Selang Diputar	79
Gambar 64. Kerak Karbon Yang Ditampung	79
Gambar 64. Kerak Karbon Yang Ditampung	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan Proyek Akhir	86
Lampiran 2. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir	87
Lampiran 3. Surat Keterangan Bimbingan	88

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Di era globalisasi sekarang ini, penggunaan kendaraan bermotor khususnya mobil bukan menjadi barang yang langka lagi. Mobil bukan lagi dipandang sebagai barang istimewa, ini dapat dilihat dari tingkat kepadatan lalu lintas jalan raya yang kian hari kian padat oleh banyaknya kendaraan termasuk mobil yang berlalu lalang. Pendapatan masyarakat yang semakin meningkat membuat mereka meningkatkan keinginan memiliki mobil, hal ini menyebabkan semakin menjamurnya kepemilikan mobil.

Peluang ini dimanfaatkan oleh PT. Wahana Sumber Nissan Datsun untuk mendirikan Nissan Datsun Bantul 2015 silam. Indomobil Nissan Datsun Bantul merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang *dealer, service* dan *maintenance*, serta penyediaan *sparepart* resmi. Ketatnya persaingan dalam industri membuat Indomobil Nissan Datsun Bantul mencari berbagai alternatif untuk memenangkan persaingan, salah satunya dengan cara meningkatkan pelayanan dan mutu yang maksimum agar dapat memenuhi keinginan pasar. Salah satu cara yang digunakan untuk memenangkan persaingan di pasar adalah dengan menerapkan budaya Kaizen yang dimulai oleh perusahaan pada beberapa tahun lalu.

Dalam pelayanan *maintenance* kendaraan Indomobil Nissan Datsun Bantul terdapat dua macam *service* yaitu *general service* dan *periodic*

maintenance service. *General service* merupakan servis yang dilakukan apabila terdapat kerusakan atau keluhan pada kendaraan pelanggan, sedangkan *periodic maintenance service* adalah servis berkala yang dilakukan setiap kelipatan 10.000km, 20.000km, 40.000 dan 100.000km. Pada service 100.000km terdapat pekerjaan cleaning ruang bakar yaitu pembersihan kerak *carbon* yang menempel pada ruang bakar, kerak *carbon* ditimbulkan oleh pembakaran yang tidak sempurna. Kerak tersebut akan menimbulkan detonasi yang mengakibatkan tenaga mesin tidak maksimal. Oleh sebab itu pembersihan ruang bakar sangat penting untuk dilakukan. Dalam pengerjaan pembersihan ruang bakar yang dilakukakn di Nissan Datsun Bantul yaitu dengan menyemprotkan cairan *cleaner* ke dalam ruang bakar kemudian di tunggu beberapa saat, lalu kendaraan distarter beberapa kali hingga cairan *cleaner* yang ada diruang bakar tadi keluar bersama kotoran yang ada diruang bakar. Karena di Nissan Datsun Bantul belum ada alat yang digunakan untuk mengeluarkan kotoran tadi, maka pengluaran kerak *carbon* tadi masih dengan cara menstarter kendaraan sehingga kotoran keluar lewat lubang busi. Setelah kerak *carbon* tersebut keluar semua, selanjutnya menyemprot ruang bakar dengan *air gun*. Dengan cara menstarter kendaraan berulang-ulang terdapat kelemahan yaitu pembersihan kurang optimal sehingga kerak *carbon* masih tertinggal di dalam ruang bakar sehingga masih akan menimbulkan *knocking* pada mesin. Selain itu kelemahan menstarter berulang kali akan menyebabkan *accu* menjadi mudah lemah serta pada starter yaitu jika

digunakan terus menerus akan membuat motor starter cepat panas dan ini akan memperpendek usia motor starter.

Untuk itu alat yang digunakan untuk mengeluarkan cairan *cleaner* dan *carbon* yang terdapat pada ruang bakar sangat penting untuk diadakan, hal ini diharapkan mampu mengurangi atau meminimalisir kelemahan dan kekurangan dalam proses pengerjaan pembersihan ruang bakar.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah di jelaskan, dapat diketahui betapa pentingnya pembuatan alat untuk mempermudah pengeluaran *carbon* dan cairan pembersih pada ruang bakar. Dengan demikian permasalahan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Belum adanya alat untuk mengeluarkan kerak *carbon* di Nissan Datsun Bantul sehingga pengerjaan *cleaning* ruang bakar kurang efisien.
2. Pembersihan kerak *carbon* dengan cara *distarter*, mengakibatkan kerak *carbon* menyembrot keluar sehingga dikhawatirkan dapat membahayakan bagi keselamatan lingkungan.

C. Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak terlalu luas dan untuk menghindari hal-hal yang tidak sesuai dengan tujuan, maka Proyek Akhir ini dibatasi mengenai pembuatan dan pengujian alat yang digunakan untuk mengeluarkan cairan *cleaner* yang bercampur dengan *Carbon* pada ruang bakar.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara untuk membuat alat bantu mengeluarkan cairan pembersih yang bercampur dengan kerak karbon?
2. Bagaimana hasil dalam pembuatan alat bantu untuk mengeluarkan cairan pembersih yang bercampur dengan kerak karbon?
3. Bagaimana pengujian alat bantu mengeluarkan cairan pembersih yang bercampur dengan kerak karbon?

E. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tugas akhir adalah:

1. Membuat alat yang cocok untuk digunakan dalam pembersihan ruang bakar.
2. Mengoptimalkan proses pembersihan dalam ruang bakar.
3. Meminimalisir dampak bahaya yang ditimbulkan dalam proses pembersihan ruang bakar

F. Manfaat

1. Manfaat bagi mahasiswa
 - a. Sebagai pembelajaran bagi mahasiswa bagaimana mengidentifikasi dan memecahkan suatu permasalahan.
 - b. Sebagai bentuk penerapan ilmu yang didapatkan dalam perkuliahan ke dunia industri.
2. Manfaat bagi Industri
 - a. Memberikan cara yang baik untuk teknisi saat mengeluarkan cairan *cleaner* yang bercampur dengan kerak karbon dalam melakukan

pengerjaan *cleaning* ruang bakar, sehingga menjadi pengerjaan menjadi lebih optimal.

- b. Waktu kerja teknisi menjadi lebih singkat sehingga meningkatkan efisiensi pekerjaan.
3. Manfaat bagi Universitas Negeri Yogyakarta
 - a. Sebagai referensi bagi mahasiswa khususnya adik tingkat, yang hendak melakukan *improvement* bengkel.
 - b. Sebagai bagian langkah nyata untuk mempererat kerja sama Universitas Negeri Yogyakarta dengan pihak industri.

G. Keaslian Gagasan

Proyek Akhir Pengembangan *Vacuum Valve* Sebagai Alat Penghisap Kotoran *Carbon* Pada Ruang Bakar ini adalah berdasarkan analisis saat pembersihan ruang bakar di Nissan Datsun Bantul dan hasil dari diskusi dengan beberapa pihak yaitu *Foreman* dan teknisi Nissan Datsun Bantul, serta Dosen Pendidikan Teknik Otomotif.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Efisiensi

1. Pengertian Efisiensi

Menurut Ghiselli & Brown (1955:251) dalam Syamsi, (2004:4) istilah efisiensi mempunyai pengertian yang sudah pasti, yaitu menunjukkan adanya perbandingan antara keluaran (*output*) dan masukan (*input*).

Sedangkan menurut The Liang Gie dan Miftah Thoha (1978:8-9) dalam Syamsi (2004:4) efisiensi adalah perbandingan terbaik antara suatu hasil dengan usahannya, perbandingan ini dapat dilihat dari dua segi berikut ini :

a. Hasil

Suatu kegiatan dapat disebut efisien, jika suatu usaha memberikan hasil yang maksimum. Maksimum dari jenis mutu atau jumlah satuan hasil itu.

b. Usaha

Usaha kegiatan dapat dikatakan efisien, jika suatu hasil tertentu tercapai dengan usaha yang minimum, mencakup lima unsur: pikiran, tenaga, jasmani, waktu, ruang, dan benda (termasuk uang).

Dari pemaparan para ahli di atas dapat diketahui bahwa efisiensi adalah suatu kondisi dimana perbandingan yang paling baik

dan ideal antara input dan output yang dihasilkan oleh suatu *system*. Input yang dijadikan aspek tolak ukur berupa pikiran, jasmani, waktu, ruang, benda, serta biaya. Sedangkan output yang menjadi tolak ukur adalah kualitas dan kuantitas hasil atau produk suatu *system*.

2. Prinsip Efisiensi

Ada beberapa prinsip atau persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu *system* agar dapat ditentukan seberapa tingkat efisien pada suatu *system* (Syamsi, 2004:5-6), prinsip-prinsip tersebut antara lain :

a. Dapat diukur

Prinsip yang pertama dari efisiensi adalah dapat diukur dan dinyatakan pada satuan pengukuran tertentu. Hal ini digunakan sebagai acuan awal untuk mengidentifikasi berapa tingkat efisiensi suatu *system*. Standar yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat efisiensi adalah ukuran normal, adapun batas ukuran normal pengorbanan adalah pengorbanan maksimum dan batas ukuran normal untuk hasil adalah hasil minimum. Efisiensi dapat dikatakan meningkat apabila setelah dilakukan perbaikan *system* ukuran pengorbanan menjadi lebih minimum dan hasil menjadi lebih maksimum.

b. Rasional

Prinsip efisiensi yang kedua adalah rasional atau logis, artinya segala pertimbangan harus berdasarkan dengan akal sehat

bukan berdasarkan perasaan (emosional). Adanya prinsip rasional ini akan menjamin tingkat objektivitas pengukuran dan penilaian.

c. Kualitas selalu diperhatikan

Peningkatan efisiensi yang biasanya terjadi di sebuah perusahaan biasanya adalah peningkatan efisiensi dari segi pengorbanan dan kurang memperhatikan tingkat efisiensi dari segi hasil yang cenderung menurun. Prinsip hanya mengejar kuantitas dan mengesampingkan kualitas harus dihindari untuk menjaga agar kualitas produk yang dihasilkan system tetap terjamin meskipun dari segi proses efisiensi dapat ditingkatkan.

d. Mempertimbangkan prosedur

Artinya pelaksanaan peningkatan efisiensi jangan sampai melanggar prosedur yang sudah ditentukan pimpinan. Karena prosedur yang ditetapkan pimpinan tentunya sudah memperhatikan berbagai segi yang luas cakupannya. Dari hal tersebut bisa disimpulkan bahwa yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi adalah penyederhanaan pelaksanaan operasional dalam suatu *system* tanpa melanggar prosedur yang sudah ditetapkan.

e. Pelaksanaan efisiensi

Tingkat efisiensi tidak dapat dibandingkan secara universal pada semua *system* yang ada di dalam instansi atau perusahaan yang sejenis. Hal ini dikarenakan setiap system dalam instansi atau perusahaan memiliki kemampuan yang tidak selalu sama.

Kemampuan tersebut antara lain adalah kemampuan Sumber Daya Manusia (SDM), dana, fasilitas, dan lain-lain. Oleh karena itu kemampuan tersebut juga dipertimbangkan dalam pengukuran tingkat efisiensi

f. Tingkatan efisiensi

Pengukuran tingkatan efisiensi dapat dinyatakan dalam hitungan angka presentase (%). Selain itu tingkat efisiensi system juga dapat dinyatakan dengan berbagai pernyataan seperti; tidak efisien, kurang efisien, efisien, lebih efisien, dan paling efisien (optimal).

6 aspek diatas harus senantiasa diperhatikan dalam pengukuran tingkat efisiensi suatu system. Hal ini dimaksudkan agar pengukuran tingkat efisiensi system dapat menghasilkan data akurat dan objektif (Syamsi, 2004:5-6).

3. Pengukuran Efisiensi

Pengukuran tingkat efisiensi suatu system dapat ditinjau dari dua aspek yaitu (Syamsi, 2004:6-7) :

a. Hasil (*output*)

Pengukuran tingkat efisiensi dengan mempertimbangkan aspek hasil adalah dengan cara menetapkan hasil minimum terlebih dahulu. Setelah itu langkah selanjutnya adalah menetapkan pengorbanan maksimal. Batas pengorbanan ini kemudian menjadi batas normal pengorbanan. Akan dikatakan efisien apabila

pengorbanan dibawah pengorbanan maksimal dan akan dikatakan tidak efisien apabila pengorbanan melebihi pengorbanan normal.

Adapun batas normal hasil minimum dapat berupa :

- 1) Produk/barang
 - 2) Jasa
 - 3) Tugas yang diperintahkan
 - 4) Target minimal
 - 5) Daftar tugas (*job description*) yang harus dilaksanakan
 - 6) Kepuasan
- b. Pengorbanan (*input*)

Jika ditinjau dari segi pengorbanan, pertama ditentukan pengorbanan (tenaga, pikiran, waktu, langkah dsb), setelah itu ditetapkan hasil minimum yang harus dicapai. Apabila hasil yang dicapai di bawah hasil minimum, maka cara kerjanya termasuk tidak efisien. Apabila hasil yang diperoleh sama persis dengan hasil minimum yang ditetapkan maka cara kerjanya termasuk normal. Dan apabila hasil yang diperoleh lebih dari hasil yang ditetapkan, maka cara kerjanya termasuk efisien.

Batas normal pengorbanan maksimum antara lain sebagai berikut :

- a) Waktu maksimum
- b) Tenaga maksimum
- c) Biaya maksimum

d) Pikiran maksimum; (Syamsi, 2004:6-7)

B. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Menurut Kuswana (2014:23), kesehatan kerja adalah suatu keadaan seorang pekerja yang terbebas dari gangguan fisik dan mental sebagai akibat pengaruh interaksi pekerjaan dan lingkungannya.

Sedangkan keselamatan kerja adalah suatu keadaan yang aman dan selamat dari penderitaan dan kerusakan serta kerugian di tempat kerja, baik pada saat memakai alat, bahan, mesin-mesin dalam proses pengolahan, teknik pengepakan, penyimpanan, maupun menjaga dan mengamankan tempat serta lingkungan kerja.

Menurut kuswana (2014:23), komponen dalam system keselamatan kerja adalah sebagai berikut :

1. *Hazard* (Bahaya)

Jenis potensi bahaya adalah sebagai berikut :

a. Bahaya Fisik

Merupakan bahaya yang paling umum dan akan hadir di sebagian besar tempat kerja pada satu waktu tertentu. Hal itu termasuk kondisi tidak aman yang dapat menyebabkan cedera, penyakit, dan kematian. Contoh bahaya fisik adalah; busur api, pengulangan gerakan terus- menerus, postur tubuh canggung, desain tempat kerja yang kurang sesuai, dsb.

b. Bahaya bahan Kimia

Bahaya kimia adalah zat yang memiliki karakteristik dan efek, dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan manusia. Bahaya kimia contohnya mencakup paparan; reaksi kimia, zat korosif, zat oksidasi, dsb.

c. Bahaya Biologis

Merupakan organisme atau zat yang dihasilkan oleh organisme yang mungkin menimbulkan ancaman bagi kesehatan dan keselamatan manusia. Mencakup paparan; kotoran manusia, antraks, jamur, bakteri dan virus, dsb.

d. Bahaya Ergonomi

Bahaya ergonomi terjadi ketika jenis pekerjaan, posisi tubuh, dan kondisi kerja meletakkan beban pada tubuh. Penyebabnya paling sulit diidentifikasi secara langsung karena kita tidak selalu segera melihat ketegangan pada tubuh atau bahaya-bahaya ini saat melakukan. Bahaya ergonomi meliputi; redup, postur tubuh kurang memadai, sering mengangkat, mengulangi gerakan yang sama berulang-ulang.

e. Bahaya Psikologis

Bahaya psikologis menyebabkan pekerja mengalami tekanan mental atau gangguan. Bahaya psikologis meliputi; kekerasan di tempat kerja, kecepatan kerja, bekerja sendir, dsb.

2. *Safety* (Aman)

Menurut Kuswana (2014:28), aman merupakan suatu kondisi yang aman secara fisik, social, spiritual, finansial, emosional, pekerjaan dan psikologis yang terhindar dari ancaman terhadap kondisi yang dialami serta sebagai lawan dari bahaya (danger).

Menurut kuswana (2014:28), ada beberapa jenis keselamatan diantaranya:

a. Keselamatan normatif

Keselamatan normative digunakan untuk menerangkan produk atau desain yang memenuhi standar desain.

b. Keselamatan Substantif

Digunakan untuk menerangkan pentingnya keadaan aman meskipun mungkin tidak memenuhi standar.

c. Keselamatan subjektif

Persepsi atau keselamatan subjektif mengacu pada tingkat kenyamanan pengguna. Misalnya, sinyal lalu lintas dianggap aman, tetapi dalam kondisi tertentu, mereka dapat menimbulkan kecelakaan lalu lintas di persimpangan.

C. Larutan

Menurut Atkins (1999 : 3) Larutan merupakan campuran homogen yang terdiri dari dua zat atau lebih. Suatu larutan terdiri dari zat terlarut (solute) dan pelarut (solvent). Zat yang jumlahnya banyak biasanya disebut pelarut, sementara zat yang jumlahnya sedikit disebut zat terlarut. Tetapi ini tidak mutlak. Bisa saja dipilih zat yang lebih sedikit sebagai pelarut,

tergantung pada keperluannya, tetapi di sini akan digunakan pengertian yang biasa digunakan untuk pelarut dan terlarut. Campuran yang dapat saling melarutkan satu sama lain dalam segala perbandingan dinamakan larutan „miscible“. Udara merupakan larutan miscible. Jika dua cairan yang tidak bercampur membentuk dua fasa dinamakan cairan “immiscible”. Suatu larutan sudah pasti berfasa tunggal. Berdasarkan wujud dari pelarutnya, suatu larutan dapat digolongkan ke dalam larutan padat, cair ataupun gas. Zat terlarut dalam ketiga fasa larutan tersebut juga dapat berupa gas, cair ataupun padat. Campuran gas selalu membentuk larutan karena semua gas dapat saling campur dalam berbagai perbandingan. Dalam larutan cair, cairan disebut “pelarut” dan komponen lain (gas atau zat padat) disebut “terlarut”. Jika dua komponen pembentuk larutan adalah cairan maka komponen yang jumlahnya lebih besar atau strukturnya tidak berubah dinamakan pelarut. Contoh, 25 gram etanol dalam 100 gram air, air disebut sebagai pelarut, sedangkan etanol sebagai zat terlarut, sebab etanol lebih sedikit daripada air. Contoh lain adalah sirup, dalam sirup, gula pasir merupakan komponen paling banyak daripada air, tetapi gula dinyatakan sebagai zat terlarut dan air sebagai pelarut, sebab struktur air tidak berubah, sedangkan gula berubah dari padat menjadi cairan.

1. Jenis-Jenis Larutan

- a. Larutan Ideal dan Non-Ideal Dalam suatu sistem, atom-atom, ion-ion, dan molekul-molekul nyata saling mempengaruhi satu sama lain sehingga perilakunya sukar diramalkan secara tepat

b. Larutan Elektrolit dan Non-Elektrolit

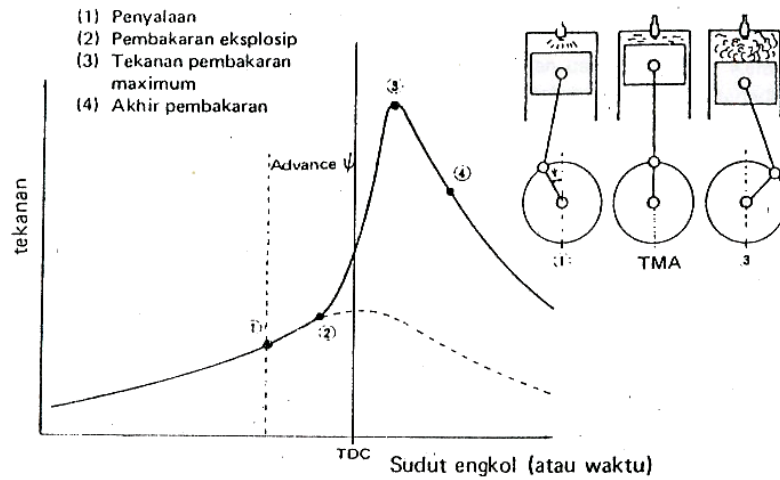
Dalam larutan cair, zat padat dapat berada dalam bentuk ion-ionnya maupun molekulernya. Jika NaCl terlarut dalam air, ion Na^+ dan ion Cl^- masing-masing terhidrasi dalam air, dan ion-ion yang terhidrasi itu secara bebas dapat bergerak ke seluruh medium larutan. Akan tetapi apabila glukosa atau etanol larut dalam air, zat-zat tersebut tidak berada dalam bentuk ioniknya melainkan dalam bentuk molekulernya. Zat-zat yang di dalam air membentuk ion-ion dinamakan zat elektrolit, dan larutan yang dibentuknya dinamakan larutan elektrolit. Secara eksperimen larutan elektrolit dapat diketahui dari sifatnya, misalnya dapat menghantarkan arus listrik. Zat-zat yang tergolong elektrolit, yaitu asam, basa, dan garam.

c. Larutan Jenuh, Tak Jenuh, dan Lewat Jenuh

Kepekatan larutan secara kualitatif sering juga diungkapkan dengan istilah jenuh, tak jenuh, dan lewat jenuh. Larutan jenuh dari zat X adalah larutan yang di dalamnya terdapat zat X terlarut berada dalam kesetimbangan dengan zat X yang tidak larut.

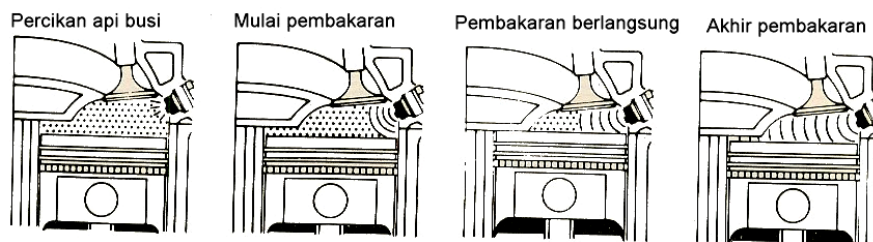
D. Proses Pembakaran

Proses pembakaran pada motor bensin dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Waktu Pembakaran

(Sumber: Anonim, 2011: 1-4)



Gambar 2. Proses pembakaran

(Sumber: Anonim, 2011: 1-4)

Beberapa derajat sebelum TMA akhir kompresi busi memercikkan api, percikan api pada busi akan membakar daerah sekeliling busi. Campuran bahan bakar yang terbakar akan bergerak menjauh dari busi, dan membakar campuran bahan bakar yang lain sehingga tekanan dan temperature naik, puncak tekanan hasil pembakaran terjadi 10-15 ° setelah TMA .

1. Syarat-Syarat Sistem Pengapian

Menurut Jalius (2009: 167) Ketiga kondisi di bawah ini adalah merupakan syarat penting yang harus dimiliki oleh motor bensin, agar mesin dapat bekerja dengan efisien yaitu:

a. Percikan Bunga Api Harus Kuat

Pada saat campuran bensin-udara dikompresi di dalam silinder, maka kesulitan utama yang terjadi adalah bunga api meloncat di antara 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 oleh sistem pengapian. Semakin tinggi tegangan yang dihasilkan, maka bunga api yang dihasilkan bisa semakin kuat. Namun secara garis besar agar diperoleh tegangan induksi yang baik dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini:

- 1) Pemakaian koil pengapian yang sesuai
- 2) Pemakaian kondensor yang tepat
- 3) Penyetelan saat pengapian yang sesuai
- 4) Penyetelan celah busi yang tepat
- 5) Pemakaian tingkat panas busi yang tepat

f. Pemakaian kabel tegangan yang tepat

b. Saat Pengapian Harus Tepat

Untuk memperoleh pembakaran, maka campuran bensin-udara yang paling tepat, maka saat pengapian harus sesuai dan tidak statis pada titik tertentu, saat pengapian harus dapat berubah mengikuti berbagai perubahan kondisi operasional mesin.

c. Saat Pengapian (*Ignition Timing*)

Saat pengapian dari campuran bensin dan udara adalah saat terjadinya percikan bunga api busi beberapa derajat sebelum Titik Mati Atas (TMA) pada akhir langkah kompresi. Saat terjadinya percikan waktunya harus ditentukan dengan tepat supaya dapat membakar dengan sempurna campuran bensin dan 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. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit keterlambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum.

Dengan demikian, agar diperoleh output maksimum pada engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi, periode perambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*ignition timing*). Karena diperlukannya waktu untuk perambatan api, maka campuran bahan bakar – udara harus sudah dibakar sebelum TMA. Saat mulai terjadinya pembakaran campuran bahan bakar dan udara tersebut disebut dengan saat pengapian (*ignition timing*). Agar saat pengapian dapat disesuaikan dengan kecepatan, beban mesin dan lainnya diperlukan peralatan untuk merubah (memajukan atau memundurkan) saat

pengapian. Salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan *vacuum advancer* dan *governor advancer* untuk pengapian konvensional. Karena tekanan di dalam silinder akan menjadi lebih tinggi dari pada pembakaran dengan waktu yang tepat, pembakaran campuran udara bahan bakar yang spontan akan terjadi dan akhirnya akan terjadi *knocking* atau *detonasi*.

Knocking merupakan ledakan yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan karena naiknya tekanan yang besar dan kuat yang terjadi pada akhir pembakaran. Knocking yang berlebihan akan mengakibatkan katup, busi dan torak terbakar. Saat pengapian yang terlalu maju juga bisa menyebabkan suhu mesin menjadi terlalu tinggi. Bila dibandingkan dengan pengapian yang waktunya tepat, maka tekanan di dalam silinder agak rendah sehingga output mesin menurun, dan masalah pemborosan bahan bakar dan lainnya akan terjadi. Saat pengapian yang tepat dapat menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal (Jalius, 2009: 168).

E. Plastik

Menurut Hari & Daryanto (1999 : 128) Plastik merupakan bahan yang sangat penting dalam dunia permesinan dan industri modern. Plastik adalah bahan sintetis berasal dari minyak mineral, gas alam, atau dibuat bahan asal batu bara.

Sifat – sifat plastik pada umumnya adalah:

1. Tahan korosi oleh atmosfer ataupun oleh beberapa zat kimia.
2. Berat jenisnya cukup rendah
3. Beberapa cukup ulet dan kuat, tetapi kekuatannya dibawah logam
4. Kebanyakan bahan termoplastik mulai melunak pada suhu yang sangat rendah, sedikit mempunyai wujud yang menarik dan dapat diberi warna.

Sifat mekanik terpenting dari plastik adalah tidak mudah pecah karena pukulan (tidak rapuh). Beberapa bahan plastik koefisien geseknya sangat rendah sehingga sering digunakan dalam bantalan kering.

Keburukan keburukan dari plastik adalah sebagai berikut:

1. Kecenderungan memuai yang menjadi lebih panjang dengan adanya beban.
2. Diatas suhu 200° sifatnya menjadi kurang baik.
3. Terjadi perubahan polimer selama pemakaian yang kemungkinan sekali karena aksi dari sinar ultraviolet.

Bahan plastik dibagi menjadi dua golongan yaitu plastik termoseting dan termoplastik.

1. Termoseting

Bahan ini keras dan mempunyai daya tahan panas yang tinggi.

2. Termoplastik

Termoplastik tersusun dari molekul molekul panjang. Molekul panjang itu diumpamakan sebagai sebuah garis yang ditarik dan kita letakkan umpamanya dua buah molekul panjang berdampingan maka memperlihatkan suatu gambaran dari termoplas dalam keadaan padat.

F. Pneumatik

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Perkataan pneumatik berasal bahasa Yunani “ *pneuma* “ yang berarti “*napas*” atau “*udara*”. Jadi pneumatik berarti *terisi udara* atau digerakkan oleh udara bertekanan.

Pneumatik merupakan cabang teori aliran atau mekanika fluida dan tidak hanya meliputi penelitian aliran-aliran udara melalui suatu sistem saluran, yang terdiri atas pipa-pipa, selang-selang, gawai dan sebagainya, tetapi juga aksi dan penggunaan udara bertekanan.

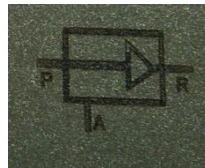
Pneumatik menggunakan hukum-hukum aeromekanika, yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap (khususnya udara atmosfer) dengan adanya gaya-gaya luar (aerostatika) dan teori aliran (aerodinamika).

Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara bertekanan dalam industri merupakan ilmu pengetahuan dari semua proses mekanik dimana udara memindahkan suatu gaya atau gerakan. Jadi pneumatik meliputi semua komponen mesin atau peralatan, dalam mana terjadi proses-proses pneumatik.

Dalam bidang kejuruan teknik pneumatik dalam pengertian yang lebih sempit lagi adalah teknik udara bertekanan atau udara bertekanan (Sudaryono, 2013: 14)

a. Katup *vacuum*

Katup *vacuum* tergolong katup pengarah adalah perlengkapan yang menggunakan lubanglubang saluran kecil yang akan dilewati oleh aliran udara bertekanan. Bentuk dan simbol katup *vacuum* yang akan dijelaskan sebagai berikut:

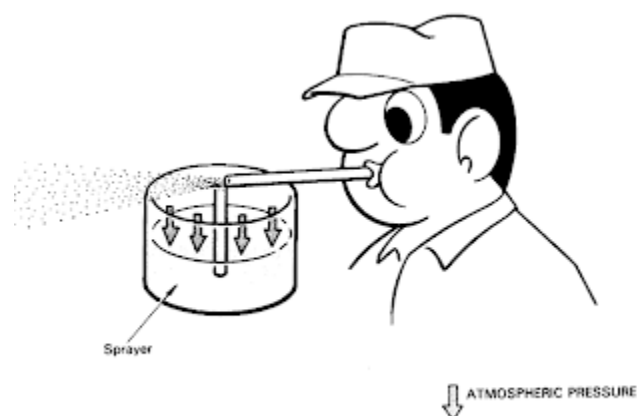


Gambar 3. Simbol Katup Vakum

(Sumber: Sudaryono, 2013: 19)

b. Cara kerja

Katup vakum mirip seperti karburator yaitu saat aliran udara melewati venturi sehingga kecepatan naik dan tekanan turun. Turunnya tekanan di venturi menyebabkan kevakuman.



Gambar 4. Contoh Kevakuman

(Sumber: Sudaryono, 2013: 19)

Sama halnya dengan prinsip kerja spray gun pengecatan dan penyemprot cairan obat anti nyamuk. Bila udara ditiupkan dengan kecepatan tinggi pada pipa datar, maka tekanan pada pipa yang tegak lurus akan turun sehingga cairan akan terisap ke atas bahkan bisa bercampur dengan udara (cairan akan terkabutkan). Makin besar kecepatan udara yang mengalir maka tekanan pada pipa yang tegak lurus akan semakin turun dan cairan yang dikabutkan juga akan semakin banyak.

G. Pengelasan

Menurut Riswan (2008: 4) Pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung. Kelebihan sambungan las adalah konstruksi ringan, dapat menahan kekuatan yang tinggi, mudah pelaksanaannya, serta cukup ekonomis. Namun kelemahan yang paling utama adalah terjadinya perubahan struktur mikro bahan yang dilas, sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas.

Perkembangan teknologi pengelasan logam memberikan kemudahan umat manusia dalam menjalankan kehidupannya. Saat ini kemajuan ilmu pengetahuan di bidang elektronik melalui penelitian yang melihat karakteristik atom, mempunyai kontribusi yang sangat besar terhadap penemuan material baru dan sekaligus bagaimanakah menyambungnya.

Jauh sebelumnya, penyambungan logam dilakukan dengan memanasi dua buah logam dan menyatukannya secara bersama. Logam yang menyatu

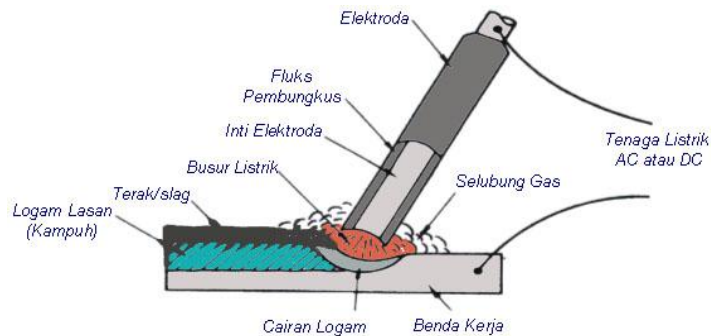
tersebut dikenal dengan istilah *fusion*. Las listrik merupakan salah satu yang menggunakan prinsip tersebut.

Pada zaman sekarang pemanasan logam yang akan disambung berasal dari pembakaran gas atau arus listrik. Beberapa gas dapat digunakan, tetapi yang sangat populer adalah gas *Acetylene* yang lebih dikenal dengan gas Karbit. Selama pengelasan, gas *Acetylene* dicampur dengan gas Oksigen murni. Kombinasi campuran gas tersebut memproduksi panas yang paling tinggi diantara campuran gas lain.

Cara lain yang paling utama digunakan untuk memanasi logam yang dilas adalah arus listrik. Arus listrik dibangkitkan oleh generator dan dialirkan melalui kabel ke sebuah alat yang menjepit elektroda diujungnya, yaitu suatu logam batangan yang dapat menghantarkan listrik dengan baik. Ketika arus listrik dialirkan, elektroda disentuhkan ke benda kerja dan kemudian ditarik ke belakang sedikit, arus listrik tetap mengalir melalui celah sempit antara ujung elektroda dengan benda kerja. Arus yang mengalir ini dinamakan busur (*arc*) yang dapat mencairkan logam.

Terkadang dua logam yang disambung dapat menyatu secara langsung, namun terkadang masih diperlukan bahan tambahan lain agar deposit logam lasan terbentuk dengan baik, bahan tersebut disebut bahan tambah (*filler metal*). *Filler metal* biasanya berbentuk batangan, sehingga biasa dinamakan *welding rod* (Elektroda las). Pada proses las, *welding rod* dibenamkan ke dalam cairan logam yang tertampung dalam suatu cekungan yang disebut *welding pool* dan secara bersama-sama membentuk deposit

logam lasan, cara seperti ini dinamakan Las Listrik atau SMAW (*Shielded metal Arch welding*),



Gambar 5. Prinsip Kerja Las

(Sumber: Riswan, 2008: 5)

Sebagian besar logam akan berkarat (korosi) ketika bersentuhan dengan udara atau uap air, sebagai contoh adalah logam besi mempunyai karat, dan aluminium mempunyai lapisan putih di permukaannya. Pemanasan dapat mempercepat proses korosi tersebut. Jika karat, kotoran, atau material lain ikut tercampur ke dalam cairan logam lasan dapat menyebabkan kekroposan deposit logam lasan yang terbentuk sehingga menyebabkan cacat pada sambungan las.

H. Bahan Teknik

1. Besi Kotak Berongga (*Hollow*)

Besi kotak berongga atau sering disebut besi *hollow* maupun besi profil yang biasanya terbuat dari besi *galvanis*, *stainless* atau besi baja dan digunakan untuk konstruksi rangka karena besi ini dinilai kuat untuk menopang beban yang cukup berat. Besi kotak berongga

ini dipakai untuk membuat kaki-kaki atau rangka stand. Ukuran besi kotak berongga yang digunakan 25 mm x 25 mm x 2 mm, sehingga dalam pembuatan rangka stand hanya memerlukan 1 buah besi kotak berongga.



Gambar 6. Besi Kotak Berongga (*Hollow*).
(Sumber: Anonim, 2010)

2. Besi Beton / Besi Lonjor

Besi beton merupakan besi yang digunakan untuk penulangan konstruksi beton atau yang lebih dikenal sebagai beton bertulang.

Secara umum besi beton tulangan mengacu pada dua bentuk yaitu besi polos (*plain bar*) dan besi ulir (*deformed bar*/BJTD). Besi polos adalah besi yang memiliki penampang bundar dengan permukaan licin atau tidak bersirip. Besi ulir atau besi tulangan beton sirip adalah batang besi dengan bentuk permukaan khusus berbentuk sirip melintang (*puntir/sirip ikan*) atau rusuk memanjang (*sirip teratur/bambu*) dengan pola tertentu, atau batang tulangan yang dipilin pada proses produksinya.



Gambar 7. Besi *Beton* / Besi *Lonjor*

(Sumber: Anonim, 2010)

BAB III

KONSEP RANCANGAN PRODUK

A. Analisa Kebutuhan

Pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar tentunya harus dengan perencanaan untuk memperoleh hasil yang diharapkan. Pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar ini memerlukan penentuan bentuk, bahan yang digunakan, panjang, tinggi serta lebar dari alat bantu tersebut sehingga diperlukan alat dan bahan yang tepat sesuai dengan yang dibutuhkan. Kebutuhan bahan yang dibutuhkan meliputi komponen-komponen yang berhubungan dengan sistem pneumatik yang akan digunakan untuk untuk merubah udara tekan menjadi kevakuman atau hisapan. Dalam pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar ini ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan, antara lain:

1. Menghasilkan alat bantu yang baik.
2. Merupakan alat bantu *cleaning* ruang bakar untuk bengkel Indomobil Nissan Datsun Bantul.
3. Alat bantu ini digunakan untuk pengangkatan kerak yang sudah di beri cairan *cleaner carbon*, menggunakan cara kevakuman sehingga kerak karbon akan terangkat keluar.
4. Alat bantu ini ditujukan agar mudah dipindah-pindahkan sehingga rangka dibuat ringan.
5. Alat bantu ini dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pengerjaan *cleaning* ruang bakar.

6. Alat bantu ini ditujukan kepada teknisi Indomobil Nissan Datsun Bantul yang mengerjakan pekerjaan *service* 100.000km khususnya *cleaning* ruang bakar .

Bentuk rangka yang dibutuhkan alat bantu ini akan dibuat dengan bentuk stand, agar saat pengerjaan pembersian ruang bakar alat bantu tersebut saat tersenggol teknisi tidak mudah jatuh. Pemasangan komponen-komponen alat bantu *cleaning* ruang bakar dilakukan setelah sebelumnya disiapkan perancangan desain. Selanjutnya dilakukan perakitan dan memastikan komponen dapat terpasang dengan rapi dan bekerja sesuai dengan fungsi.

B. Rencana Kegiatan

Proses pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar ini memerlukan beberapa tahapan langkah kerja dalam pembuatannya. Perancangan proses pembuatan ini bertujuan agar pembuatan lebih teratur dan terencana, sehingga penggunaan waktu lebih efisien karena pekerjaan dilakukan dari hal yang paling ringan terlebih dahulu. Berikut ini merupakan rancangan tahapan langkah kerja yang akan dilakukan dalam pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar tersebut meliputi:

1. Analisa kebutuhan yaitu pertimbangan pertimbangan mengenai pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar.
2. Pemilihan komponen sistem pneumatik dan tabung untuk menyimpan kotoran sementara serta pemilihan besi untuk rangka alat bantu *cleaning* ruang bakar.

3. Pembuatan rancangan alat bantu *cleaning* ruang bakar. Setelah menentukan komponen sistem pneumatik dan tabung untuk menyimpan kotoran sementara, langkah selanjutnya adalah pembuatan rancangan alat yang digunakan untuk menyedot kerak karbon dalam pengerjaan *cleaning* ruang bakar.
4. Pembuatan Rancangan Rangka. Setelah membuat rancangan alat bantu *cleaning* ruang bakar, langkah selanjutnya adalah pembuatan rancangan rangka sebagai dudukan dari alat bantu *cleaning* ruang bakar.
5. Proses pembuatan dan perakitan alat bantu *cleaning* ruang bakar, disesuaikan dengan desain yang telah di buat, agar komponen dapat bekerja dan berfungsi dengan semestinya.
6. Pembuatan Rangka. Pembuatan rangka ini dimaksudkan sebagai dudukan dari alat bantu *cleaning* ruang bakar. Pembuatan rangka ini mengacu pada desain yang sudah dibuat agar tidak terjadi perubahan rancangan.
7. *Finishing* Pengecatan Rangka. Pelapisan rangka bertujuan untuk menghindari terjadinya karat pada besi yang digunakan dan agar tidak terlihat.
8. Rencana Pengujian. Setelah semua komponen dipasang, langkah terakhir adalah pengujian, pengujian ini dilakukan untuk memperoleh data dari alat bantu *cleaning* ruang bakar tersebut berfungsi dengan baik atau tidak setelah di buat.

C. Pemilihan Bahan dan Komponen

Pemilihan bahan dilakukan berdasarkan kebutuhan dalam pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar tersebut, sedangkan pemilihan komponen sistem pneumatik ini ditinjau dari harga yang murah namun dapat bekerja dengan baik. Pemilihan ini meliputi komponen pneumatik seperti *vacuum valve*, sambungan selang pneumatik $\frac{1}{4}$ inch, sambungan ke selang kompresor, baut ulir luar ukuran $\frac{1}{4}$ inch untuk menyatukan *vacuum valve* dan tabung, kran ukurang $\frac{1}{4}$ inch, besi *lonjor* dan besi *Hollow* sebagai rangka dudukan dan komponen lainnya.

D. Pembuatan Rancangan Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar

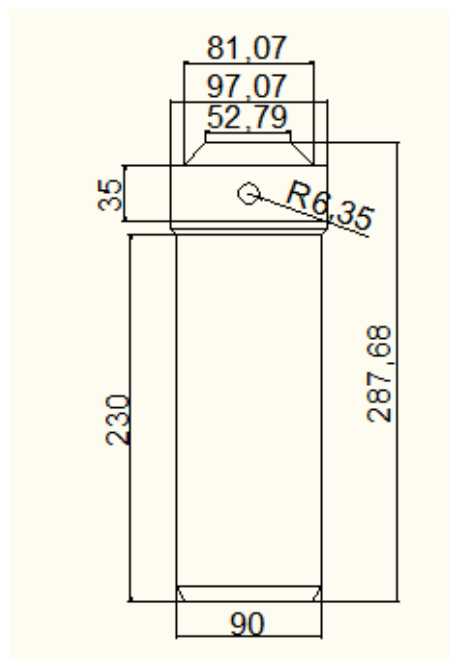
Berdasarkan identifikasi yang dilakukan, alat bantu *cleaning* ruang bakar pada kendaraan merupakan hal yang dibutuhkan pada saat proses *service* 100.000km guna mempersingkat waktu pengerjaan teknis.

Pembuatan Rancangan Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar ini dibuat menggunakan aplikasi komputer yang disebut *sketch up*.

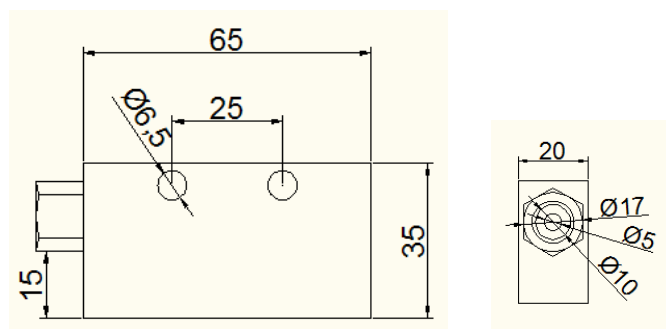
1. Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan desain ini adalah sebagai berikut:
 - a. Mempersiapkan alat berupa laptop yang telah dilengkapi dengan aplikasi *sketch up*.
 - b. Membuka aplikasi *sketch up*.
 - c. Membuat bentuk Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar sesuai kesepakatan dengan dosen dan pihak industri.

- d. Mengkonsultasikan hasil desain Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar yang telah dibuat dengan aplikasi *sketch up* kepada dosen dan pembimng industri terkait.

Adapun dari rancangan alat bantu *cleaning* ruang bakar adalah sebagai berikut :



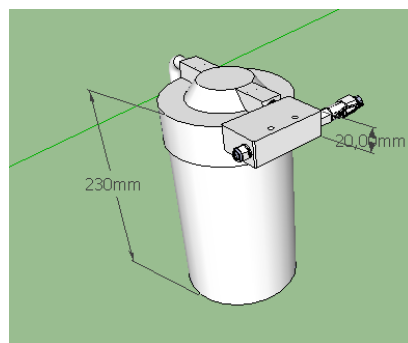
Gambar 8. Desain Penampungan Kerak *Carbon*



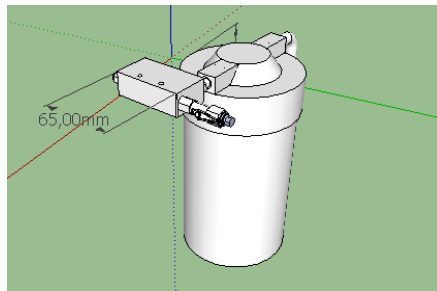
Gambar 9. Desain Katup Vakum Tampak Depan Dan Samping

Dari rancangan alat bantu *cleaning* ruang bakar yaitu alat ini berbentuk tabung memanjang yang digunakan untuk menampung sementara hasil pembersihan kerak carbon pada ruang bakar. Untuk dimensi dari alat ini disesuaikan dengan kebutuhan di bengkel. Alat ini dibuat dengan diameter tabung 90mm dengan diameter lubang in dan out sebesar $\frac{1}{4}$ inch serta berkapasitas 1500cc, kemudian untuk ukuran lubang katup vakum yang $\frac{1}{4}$ inch juga supaya cocok lubangnya. Ukuran selang untuk menyedot kotoran ruang bakar dengan diameter 8mm agar tidak melebihi lubang busi (11 mm) saat dimasukkan ke ruang bakar serta panjang selang 1750mm karena jarak ruang bakar dengan alat paling ideal.

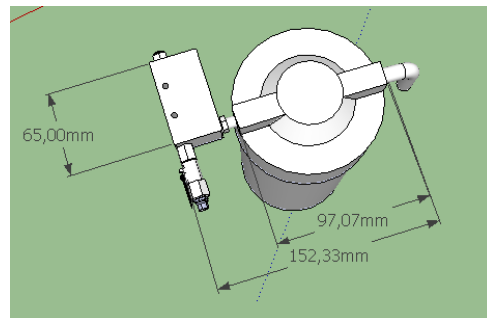
Berikut ini adalah rancangan gambar 3D alat bantu *cleaning* ruang bakar



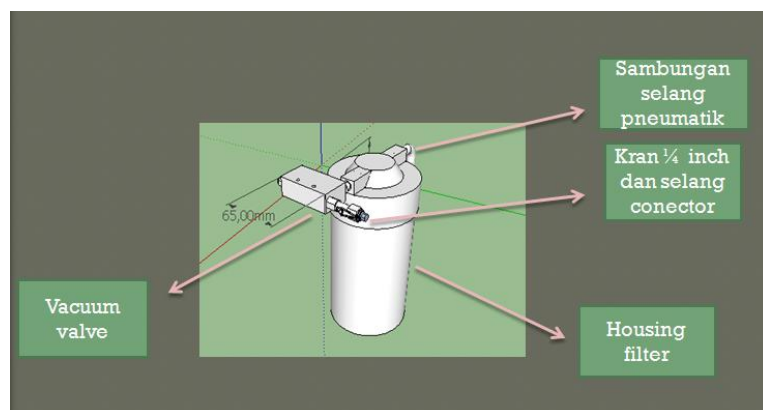
Gambar 10. Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar



Gambar 11. Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar Tampak Samping



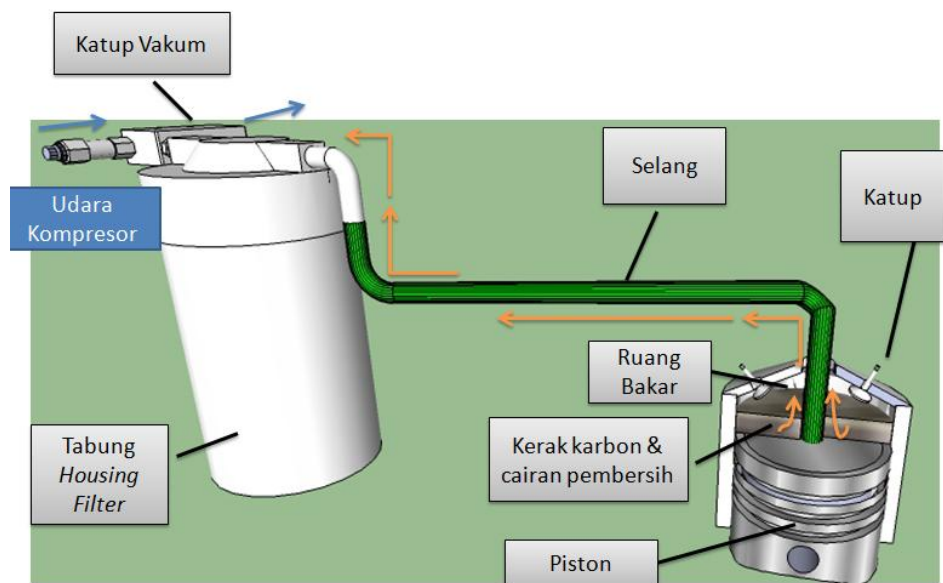
Gambar 12. Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar Tampak Atas



Gambar 13. Keterangan Alat

2. Konsep

Untuk konsep dari alat bantu *cleaning* ruang bakar ini disesuaikan dengan kebutuhan di bengkel. Alat ini dibuat dengan diameter tabung 90mm dengan diameter lubang in dan out sebesar $\frac{1}{4}$ inch serta berkapasitas 1500cc dan antara lubang in dan out terdapat penyekat supaya kotoran tidak langsung keluar, kemudian untuk ukuran lubang katup vakum yang $\frac{1}{4}$ inch juga supaya cocok lubangnya. Ukuran selang untuk menyedot kotoran ruang bakar dengan diameter 8mm agar tidak melebihi lubang busi (11 mm) saat dimasukkan ke ruang bakar serta panjang selang 1750mm karena jarak ruang bakar dengan alat paling ideal.



Gambar 14. Konsep Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar

Cara kerja alat bantu *cleaning* ruang bakar ini adalah selang kompresor yang di pasang ke katup vakum, kemudian kran di katup vakum dibuka maka udara dari kompresor menuju katup vakum dan keluar, akibat hal

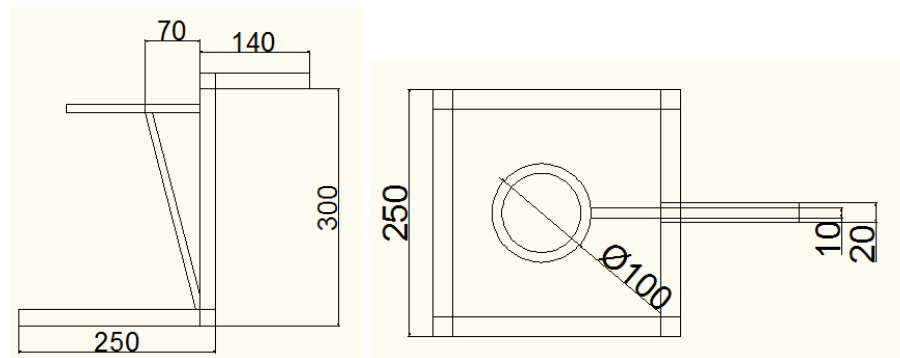
tersebut maka membuat tabung *housing filter* dalam keadaan vakum kemudian kevakuman tersebut di teruskan keselang hal ini dimanfaatkan untuk menyedot larutan pembersih yang bercampur dengan kerak karbon dan ditampung dalam tabung *housing filter*.

E. Pembuatan Rancangan Rangka

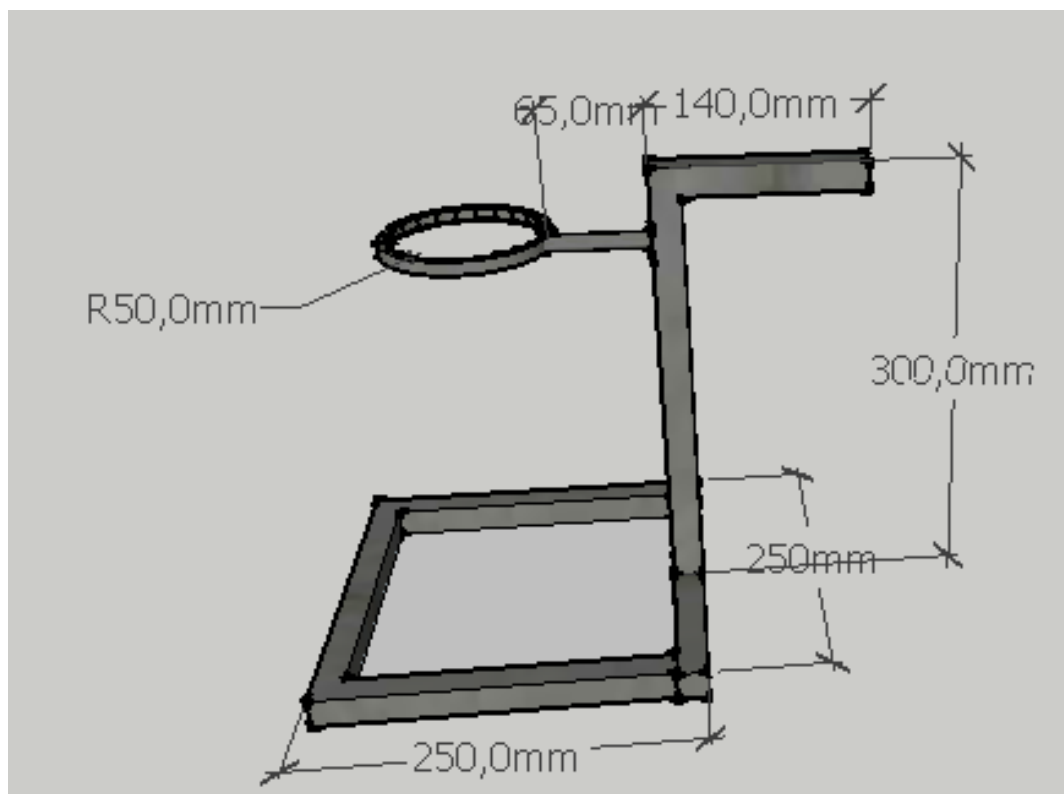
Tempat dudukan alat bantu *cleaning* ruang bakar digunakan sebagai tempat meletakkan alat agar terlihat lebih dan tidak mudah jatuh. Alat ini dibuat dengan besi *hollow* dengan alas 250mm X 250mm serta tinggi 300mm.

Penentuan desain dari rangka ini disesuaikan dengan alat bantu *cleaning* ruang bakar yang telah dibuat sebelumnya. Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan desain rangka ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat berupa laptop yang telah dilengkapi dengan aplikasi *sketch up*.
2. Membuka aplikasi *sketch up*.
3. Membuat bentuk dari rangka yang menyesuaikan alat bantu *cleaning* ruang bakar yang telah disepakati oleh pembimbing industri dan dosen terkait.
4. Mengkonsultasikan hasil rangka yang telah dibuat dengan aplikasi *sketch up* kepada pembimbing industri dan dosen terkait.



Gambar 15. Tempat Dudukan Alar Bantu *Cleaning* Ruang Bakar



Gambar 16. Dudukan Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar 3D

F. Proses Pembuatan Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar

Pembuatan desain Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar dibuat menggunakan aplikasi komputer yang disebut *sketch up*. Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat yang digunakan, yaitu :
 - a. Jangka Sorong
 - b. Kunci pass 16
 - c. Kunci pass 17
 - d. Kunci pass 14
 - e. Meteran
2. Mempersiapkan komponen dan bahan yang digunakan, yaitu :
 - a. Tabung *filter* air kapasitas 1500cc.
 - b. *Vacuum valve set*.
 - c. Kran ¼ inch
 - d. Selang ukuran lubang ¼ inch
 - e. Selang *connector*
 - f. Tba isolatip
3. Memasang dan merakit komponen menjadi satu bagian sesuai dengan desain yang telah di buat dan menyesuaikan ukuran serta tandanya, agar tidak terbalik saat pemasangan komponen.
4. Mengencangkan komonen tadi menggunakan kunci yang telah disiapkan tadi sesuai dengan kebutuhan.

G. Proses Pembuatan Rangka Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar

Pembuatan desain rangka dudukan dari Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar ini dibuat menggunakan aplikasi komputer yang disebut *sketch up*. Penentuan desain dari rangka dudukan ini disesuaikan dengan Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar yang telah dibuat sebelumnya. Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan desain rangka ini adalah sebagai berikut:

1. Memberi tanda pada besi. Langkah yang dilakukan pertama kali adalah memberi tanda pada bagian besi, agar memudahkan saat dilakukan pemotongan pada besi, langkah yang dilakukan adalah:
 - a. Mempersiapkan alat yang digunakan
 - 1) Meteran
 - 2) Penanda
 - b. Mempersiapkan besi *hollow* dan lonjor yang akan di beri tanda.
 - c. Melakukan pengukuran dengan menggunakan meteran dan memberikan ukuran, setelah ukurannya pas di beri tanda garis atau titik pada bagian besi. Ukuran pemberian tanda sesuai dengan tabel di bawah ini.

Tabel 1. Ukuran Batang Komponen

No	Jenis Besi	Ukuran Panjang	Jumlah Potongan
1	<i>Besi hollow</i>	250 mm	4
		300 mm	1
		140 mm	1
2	<i>Besi lonjor</i>	314 mm	1
		70 mm	1
		308 mm	1

2. Langkah pemotongan besi rangka dan dudukan. Langkah pemotongan dilakukan setelah dilakukanya langkah pemberian tanda pada bagian besi, langkah pemberian tanda sebelumnya untuk mempermudah langkah pemotongan pada besi, langkah yang dilakukan untuk pemotongan adalah:

a. Mempersiapkan alat yang akan digunakan, yaitu:

- 1) Gergaji besi
- 2) Pegangan gergaji besi
- 3) Ragum

- b. Mempersiapkan bahan yang akan dipotong yaitu besi *hollow* dan besi *lonjor*.
 - c. Meletakkan besi yang akan dipotong pada ragum dan kencangkan ragum agar besi tidak bergerak saat dilakukan pemotongan.
 - d. Kemudian merapikan bekas potongan.
 - e. Membentuk lingkaran besi lonjor ukuran 314 mm.
3. Langkah pengelasan rangka. Setelah semua bahan dipotong maka langkah selanjutnya adalah perakitan bahan supaya terbentuk kerangka yang digunakan sebagai dudukan alat bantu *cleaning* ruang bakar. Dalam perakitan kerangka mengacu pada bentuk yang telah dibuat. Berikut langkah cara pengelasan rangka:
- a. Mempersiapkan alat yang akan digunakan, yaitu:
 - 1) Satu unit las listrik
 - 2) Elektroda
 - 3) Topeng las
 - 4) Sikat kawat
 - 5) Tang
 - 6) Magnet siku
 - b. Mempersiapkan bahan yang akan digunakan, yaitu besi rangka yang telah dipotong.
 - c. Menata batang komponen rangka yang akan dilas.
 - d. Menyalakan travo las listrik dalam keadaan on.
 - e. Menghubungkan besi yang akan disambung dengan kabel ground.

- f. Memulai pengelasan dengan cara menyentuh ujung elektroda las tersebut pada besi yang sudah ditempelkan dengan kabel ground dengan cara perlahan-lahan dengan membuat titik pada besi yang akan di las, kemudian di periksa terlebih dahulu apakah terjadi ketidaksesuaian saat di las titik, apabila di rasa sudah sesuai kemudian dilakukan pengelasan penuh.
- g. Setelah proses pengelasan selesai, langkah berikutnya adalah membersihkan daerah pengelasan dengan menggunakan sikat kawat.

H. Proses Pengecatan Rangka

Pada proses ini, rangka dudukan alat bantu *cleaning* ruang bakar akan diberi warna atau dicat supaya tidak mudah berkarat. Karat mengakibatkan korosi yang dapat mengurangi umur dari besi yang digunakan sebagai rangka. Berikut proses pengecatan rangka dudukan alat bantu *cleaning* ruang bakar:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan yaitu cat *spray* warna hitam dan amplas.
2. Mengamplas rangka dudukan alat bantu *cleaning* ruang bakar untuk menghilangkan karat dan bekas cat yang sudah pudar.
3. Mencuci rangka supaya bersih dari sisa pengamplasan.
4. Menjemur rangka hingga kering.
5. Mulai mengecat dengan menggunakan cat *spray*.
6. Tunggu hasil pengecatan sampai kering.
7. Merapikan alat dan bahan setelah selesai melakukan pengecatan

I. Rancangan Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Kebutuhan Alat

Kebutuhan alat yang akan dipergunakan dalam proses pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar antara lain sebagai berikut:

- a. Jangka Sorong
- b. Kunci pass 16
- c. Kunci pass 17
- d. Kunci pass 14
- e. Kunci ring 13
- f. Meteran
- g. Spidol
- h. Ragum
- i. Las listrik

2. Kebutuhan Bahan

Kebutuhan bahan dalam proses pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar pada kendaraan adalah sebagai berikut:

- a. Tabung *filter* air 1500cc ukuran lubang $\frac{1}{4}$ inch.
- b. *Vacuum valve set*
- c. Kran $\frac{1}{4}$ inch
- d. Tba isolatip
- e. Besi *hollow*
- f. Besi lonjor

- g. Cat *spray*
- h. Selang diameter 8mm

J. Rencana Pengujian

Pengujian pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar pada kendaraan yang dilakukan pada laporan Tugas Akhir ini dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap beberapa aspek yang ditimbulkan.

Pengujian yang pertama adalah mengenai tingkat efisiensi kerja teknisi dalam melakukan proses *cleaning* ruang bakar dibandingkan dengan ketika belum adanya alat bantu *cleaning* ruang bakar. Yang kedua adalah dari segi mobilitas teknisi melakukan pengerjaan, apakah mengganggu atau tidak ketika melakukan proses pengerjaan. Selain itu aspek keselamatan kerja juga harus menjadi aspek yang perlu diujikan, Sehingga setelah selesai pengerjaan aspek-aspek diatas dapat menjadi lebih baik hasilnya, dan bengkel dapat diuntungkan dengan adanya alat bantu *cleaning* ruang bakar.

Rencana pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Memastikan bahwa alat bantu *cleaning* ruang bakar dapat berfungsi dengan baik.
2. Rencana pengujian efisiensi proses *cleaning* ruang bakar yang dilakukan teknisi. Mengukur waktu yang dibutuhkan teknisi dalam pengerjaan pengangkatan kerak karbon dan membandingkan dengan

hasil pengukuran ketika belum adanya alat bantu *cleaning* ruang bakar tersebut.

3. Rencana pengujian keselamatan kerja. Menganalisa dampak bahaya yang bisa ditimbulkan dari alat bantu *cleaning* ruang bakar sebelum dan sesudah adanya pemasangan alat tersebut.

K. Kalkulasi Biaya

Kalkulasi biaya yang diperlukan untuk pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar pada kendaraan dijelaskan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Kalkulasi Biaya Yang Diperlukan Untuk Pembuatan Alat

No.	Nama Komponen	Harga Satuan	Jumlah	Harga
1.	<i>Housing filter</i> air		1	Rp. 50.000
2.	<i>Vacuum valve set</i>		1set	Rp. 170.000
3.	Kran ¼ inch		1	Rp. 40.000
4.	Besi <i>hollow</i> dan Besi lonjor		1 kg	Rp. 15.000
5.	<i>Cat spray</i>		1	Rp.25.000
6.	Selang		2m	Rp. 10.000
7.	Tba isolatip			Rp. 10.000
				Rp.
Total				Rp. 320.000

Total anggaran biaya adalah:

1. Biaya Komponen =Rp. 320.000
 2. Biaya Las =Rp. 30.000
- Total biaya =Rp. 350.000

L. Rencana Jadwal Pengerjaan

Berikut ini rencana jadwal kegiatan pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar yang dilaksanakan hari senin sampai sabtu pukul 08.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB di bengkel Nissan Datsun Bantul.

Untuk efektifitas pengerjaan maka disusun rencana jadwal pengerjaan sebagai berikut:

Tabel 3. Rencana Jadwal Pengerjaan

No.	Jenis Kegiatan	Mei 2018			Juni 2018		
		2	3	4	1	2	3
1.	Identifikasi komponen						
2.	Rancangan produk						
3.	Observasi dan pembelian bahan						
4.	Proses pembuatan alat bantu <i>cleaning</i> ruang bakar						
5.	Pengujian						
6.	Penyusunan laporan						

BAB IV

PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

Proses dalam membuat alat bantu *cleaning* ruang bakar ini mencakup perancangan, persiapan komponen, pembuatan, pemasangan komponen dan pengujian kerja. Proses-proses tersebut mengacu pada bab sebelumnya. Hasil produk merupakan standar keberhasilan dalam pembuatan produk. Hal tersebut dapat dilihat dari kualitas fisik produk dan kinerja saat diuji. Pembahasan merupakan ulasan dari proses perancangan, pembuatan dan pengujian yang telah dilakukan. Berikut uraian proses, hasil dan pembahasan dari Proyek Akhir ini:

A. Proses Pembuatan Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar

Berdasarkan rencana kerja pada bab III maka dalam proses pengerjaan proyek akhir ini dapat berjalan sesuai dengan rencana. Dalam proses pengerjaan alat bantu *cleaning* ruang bakar ini memerlukan waktu kurang lebih 1 bulan. Pengerjaan alat bantu *cleaning* ruang bakar ini dilakukan secara bertahap.

Proses Persiapan Pembuatan Alat *Cleaning* Ruang bakar kendaraan berikut:

1. Persiapan pembuatan Alat *Cleaning* Ruang bakar. Proses awal dalam pembuatan Alat *Cleaning* Ruang bakar ini adalah dengan cara merancang rangkaian Alat *Cleaning* Ruang bakar dan rangka dudukan terlebih dahulu dengan menggunakan aplikasi *sketch up*. Dalam merancang rangkaian Alat *Cleaning* Ruang bakar dan rangka dudukan, sudah dilakukan konsultasi dengan pembimbing dosen terkait. Langkah-

langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan desain ini adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan alat berupa laptop yang telah dilengkapi dengan aplikasi *sketch up*.
- b. Membuka aplikasi *sketch up*.
- c. Membuat bentuk Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar sesuai kesepakatan dengan dosen dan pihak industri.
- d. Mengkonsultasikan hasil desain Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar yang telah dibuat dengan aplikasi *sketch up* kepada dosen dan pembimbing industri terkait.
- e. Observasi harga, pemilihan alat dan bahan. Observasi kebutuhan bahan dimaksudkan untuk mencari tahu ketersediaan bahan yang akan dibutuhkan untuk membuat rangka dan komponen yang dibutuhkan untuk rangkaian Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar. Selain itu pemilihan bahan disesuaikan dengan kebutuhan dari Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar ini, yang terdapat pada desain awal serta kebutuhan komponen dalam analisis kebutuhan. Seperti besi kotak berongga yang telah ditentukan, untuk mencari atau menemukan harga yang sesuai. Adapun komponen-komponen lain yang dibutuhkan yaitu:

1) Tabung *filter* air kapasitas 1500cc.

2) *Vacuum valve set*

3) Kran $\frac{1}{4}$ inch

- 4) Tba isolatip
- 5) Besi *hollow*
- 6) Besi lonjor
- 7) Cat *spray*
- 8) Selang diameter 8mm

f. Mempersiapkan alat yang dibutuhkan berupa:

- 1) Jangka Sorong
- 2) Kunci pass 16
- 3) Kunci pass 17
- 4) Kunci rig 14
- 5) Kunci ring 13
- 6) Meteran
- 7) Spidol
- 8) Las listrik

2. Proses perakitan dan pembuatan alat *cleaning* ruang bakar pada kendaraan

Proses persiapan dan pemotongan bahan dilakukan dengan mengacu pada desain yang sudah dibuat dan dirincikan dimensinya pada bab sebelumnya, langkahnya sebagai berikut:

a. Melapisi semua bahan yang mempunyai ulir dengan tba isolatip

Pelapisan dengan tba isolatip ini berfungsi agar tidak terjadi kebocoran di setiap sambungan ulir.



Gambar 17. Pelapisan Ulir Dengan Tba Isolatip

- b. Merangkai ulir penyambung antara tabung dengan katup vakum kemudiang kencangkan menggunakan kunci ring 13.



Gambar 18. Ulir Penyambungan

- c. Menyatukan antara tabung dan katup vakum



Gambar 19. Tabung Dan Katup Vakum Yang Sudah Menyatu

- d. Pemasangan kran dan sambungan ke kompressor tipe PF, tahan ujung vakum menggunakan kunci pass17 dan kunci 16 untuk mengencangkan bagian konektor / sambungan yang ke selang kompressor



Gambar 20. Setelah Kran Dan Sambungan Ke Kompreor Terpasang

- e. Pasang penyambung selang yang tipe pneumatik ukuran $\frac{1}{4}$ inch ke tabung lalu kencangkan menggunakan pass 14



Gambar 21. Penyambung Selang Tipe Pneumatik Setelah Terpasang Di Tabung

- f. Ukur panjang selang untuk menghisap cairan karbon sesuai rancangan, kemudian potong sesuai ukuran tadi.



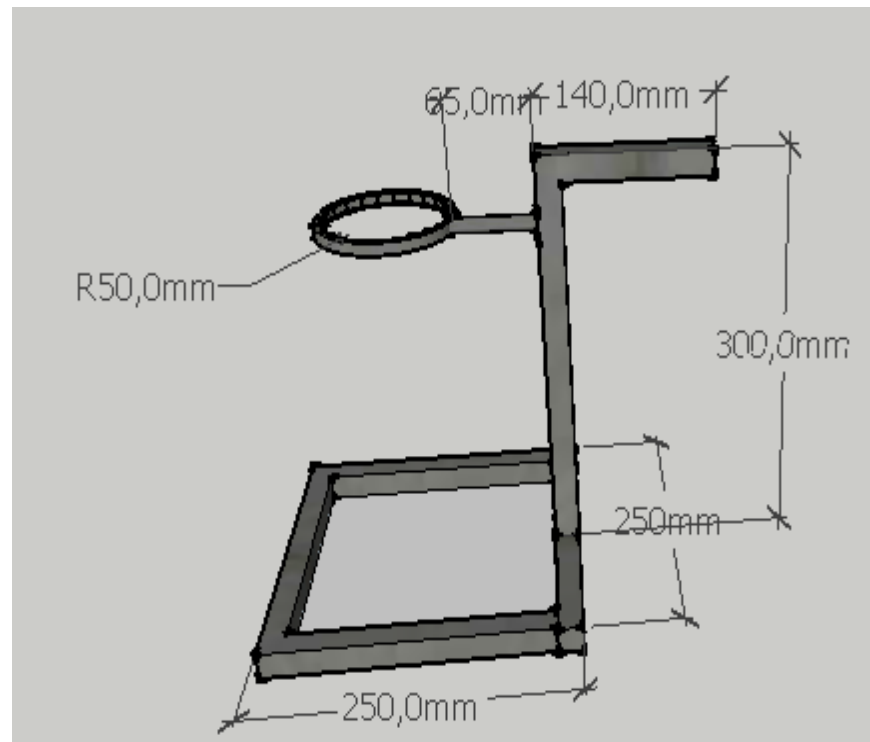
Gambar 22. Pengukuran Panjang Selang

- g. Setelah itu pasang selang ke tabung dengan cara memasukkan selang ke sambungan selang pneumatik.



Gambar 23. Selang Terpasang Ke Tabung

3. Proses pembuatan tempat dudukan alat bantu *cleaning* ruang bakar
Pembuatan rangka bertujuan sebagai tempat atau dudukan alat bantu *cleaning* ruang bakar yang akan digunakan untuk meletakkan alat vakum *cleaning* ruang bakar. Pemotongan besi dilakukan dengan sesuai dengan rancangan pada gambar berikut.



Gambar 24. Dudukan Alat

Besi diukur menggunakan meteran dan dipotong menggunakan gerinda potong sesuai dengan rancangan seperti tabel pemotongan kebutuhan bahan rangka.

Tabel 4. Pemotongan Kebutuhan Bahan Rangka

No	Jenis Besi	Ukuran Panjang	Jumlah Potongan
1	Besi <i>hollow</i>	250 mm	4
		300 mm	1
		140 mm	1
2	Besi lonjor	314 mm	1
		70 mm	1
		308 mm	1

a. Langkah-langkah pengukuran dan pemotongan besi ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mempersiapkan alat dan bahan berupa besi kotak berongga dan besi lonjor, meteran, gergaji besi.
- 2) Meletakkan bahan atau besi pada tempat yang datar dan rata.
- 3) Mengukur besi kotak berongga bagian Dalam yang berukuran 300mm, 250mm 4 buah menggunakan meteran dan ditandai menggunakan spidol atau penanda.



Gambar 25. Pengukuran Besi *Hollow*

- 4) Mengukur besi *lonjor* untuk bagian lingkaran dan penyangga lingkaran yang berukuran 70 mm, 308mm, dan 314mm menggunakan penggaris dan spidol atau penggores untuk menandai.



Gambar 26. Pengukuran Besi *Lonjor*

- 5) Potong besi kotak berongga sesuai dengan tanda yang telah dibuat menggunakan gergaji besi.



Gambar 27. Pemotongan Besi *Hollow*

- 6) Potong besi lonjor sesuai dengan tanda pada gambar yang telah dibuat menggunakan gergaji besi.



Gambar 28. Pemotongan Besi Lonjor

- 7) Besi lonjor yang ukurannya 314mm tersebut lalu di bentuk melingkar untuk tempat dudukan.
- b. Proses perakitan rangka. Setelah proses pengukuran dan pemotongan bahan besi, langkah selanjutnya menyatukan potongan-potongan yang sudah diratakan bekas potongannya tersebut dengan menggunakan las busur listrik

agar didapati hasil pengelasan yang cukup kuat dan rapi. Adapun langkah-langkah dari pengelasan tersebut adalah:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan meliputi mistar siku, elektroda, palu, kaca mata las dan mesin las busur listrik.
- 2) Meletakkan besi pada tempat yang datar.
- 3) Posisikan besi kotak berongga sesuai desain yang dibuat, gunakan mistar siku untuk bagian yang menyiku.



Gambar 29. Posisi Mistar Siku pada Besi Kotak

- 4) Setelah besi diposisikan seperti pada gambar, kemudian las besi kotak berongga tersebut menggunakan las busur listrik sehingga potongan-potongan besi tersebut dapat menjadi sebuah rangka.



Gambar 30. Pengelasan Besi Kotak

- c. *Finishing* rangka. Proses ini terdiri dari beberapa langkah pengerjaan diantaranya pengamplasan dan pengecatan. Proses pengamplasan dilakukan untuk membersihkan rangka dari karat.



Gambar 31. Proses Pengecatan Rangka

B. Hasil Pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar

Hasil dari pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar sesuai dengan rancangan, dari bentuk desain rangka alat dan dari desain bentuk rangka dudukan alat. Dari hasil pengujian komponen semua komponen dalam kondisi baik sesuai dengan fungsinya. Hasil pembuatan dari alat bantu *cleaning* ruang bakar dapat dilihat pada gambar.



Gambar 32. Hasil Pembuatan Alat Bantu *Cleaning* Ruang Bakar

C. Hasil Pengujian

1. Pemeriksaan kondisi alat bantu *cleaning* ruang bakar setelah semua terangkai menjadi satu. Dari hasil pemeriksaan setelah terhubung ke udara bertekanan alat bantu *cleaning* ruang bakar dapat berfungsi dengan baik, serta pada bagian sambungan dan *conector* ke selang kompresor tidak terdapat kebocoran.
2. Pengujian waktu pengerjaan pembersihan pengangkatan kerak karbon. Pengujian hanya melihat saat pengangkatan saja sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu. Waktu pencopotan filter, busi dll tidak dihitung dikarenakan waktunya relatif sama.

Tabel 5. Pengujian Waktu Pengangkatan Sebelum Pakai Alat Bantu Pembersihan Kerak Karbon

NO	Sampel Ke – (x)	Waktu	Rata-rata
1.	Teknisi A	14 Menit	13,6 Menit
2.	Teknisi B	12 Menit	
3.	Teknisi C	15 Menit	

Tabel 6. Pengujian Waktu Pengangkatan Sesudah Pakai Alat Bantu Pembersihan Kerak Karbon

NO	Sampel Ke – (x)	Waktu	Rata-rata
1.	Teknisi A	7 Menit	9,6 Menit
2.	Teknisi B	12 Menit	
3.	Teknisi C	10 Menit	

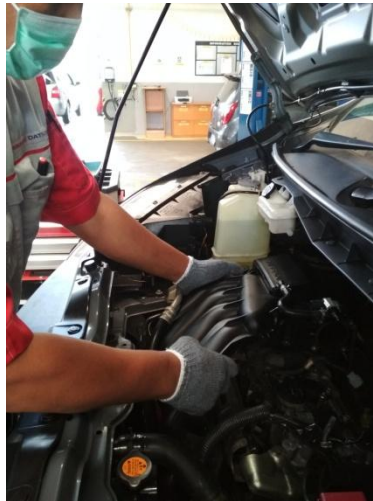
Dari hasil pengujian didapatkan setelah digunakannya alat bantu *cleaning* ruang bakar ini proses pembersihan kerak karbon menjadi lebih efisien sekitar 4 menit yang sebelumnya membutuhkan waktu 13,6 Menit menjadi 9,6 Menit.

3. Pengujian analisis dampak k3. Setelah adanya alat tersebut pengeluaran cairan pembersih yang bercampur kerak karbon dengan cara divakum, hal ini tidak berbahaya bagi lingkungan.

D. Pembahasan

Setelah dilakukan proses pengujian alat, ada beberapa hal yang dapat diambil sebagai pembahasan yaitu:

1. Pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar ini menggunakan udara tekan kompresor yang diubah tekanan menjadi hisapan oleh katup vakum dan dikombinasikan dengan *housing filter* air sehingga dapat menyedot atau memvakum cairan pembersih yang bercampur dengan kerak karbon serta menampungnya. Komponen ini mudah dicari dengan biaya yang tidak terlalu mahal sehingga dalam proses pengumpulan bahan lebih mudah. Cara penggunaan alat bantu *cleaning* ruang bakar ini adalah:
 - a. Membersihkan ruang bakar (proses *cleaning* ruang bakar).
 - 1) Lepas *filter duck*, *intake manifold*, *coil*, busi dan soket-soket yang menempel pada *cylinder head*.



Gambar 33. Melepas *Intake Manifold*



Gambar 34. Melepas *Coil* dan Kabel Busi



Gambar 35. Melepas Busi

- 2) Posisikan piston di tengah semua dengan cara *menstart* atau memutar poros engkol dan mengukurnya menggunakan obeng.
- 3) Semprot ruang bakar melalui keempat lubang busi dengan *engine conditioner* dan lubang *intake manifold*.



Gambar 36. Menyemprotkan *Engine Conditioner* ke Lubang Busi

- 4) Bersihkan lubang busi dengan obeng (-) kecil panjang dan sikat gigi untuk lubang *intake manifold*.



Gambar 37. Pembersihan Ruang Bakar Melalui Lubang Busi dan *Intake Manifold*

- 5) Pasang selang kompresor ke alat bantu *cleaning* ruang bakar



Gambar 38. Pemasangan Selang Kompresor

- 6) Pasangkan selang ke sambungan selang pneumatik



Gambar 39. Pemasangan Selang Kesambungan Pneumatik

- 7) Masukkan selang tadi ke dalam ruang bakar untuk tempat laluan menyedot cairan.



Gambar 40. Memasukkan Selang Kedalam Silinder

- 8) Buka kran udara dengan cara memutar kran sehingga aliran udara mengalir.



Gambar 41. Membuka Kran Udara

- 9) Kemudian putar-putar selang agar kotoran yang berada disamping juga ikut terhisap.



Gambar 42. Selang Diputar

10) Maka kerak karbon yang bercampur dengan cairan pembersih akan keluar dan menuju ke tabung tempat penampungan sementara.



Gambar 43. Kerak Karbon Yang Ditampung

11) Untuk menyempurnakan proses pembersihan pasang selang ke mulut *air gun* kemudian masukkan ke lubang busi dan semprotkan udara. Tutup bagian atas lubang busi dengan majun agar kotoran yang keluar tidak berceceran. Lakukan juga pada *lubang intake manifold*.



Gambar 44. Penyemprotan Ruang Bakar Untuk Mengeluarkan Kotoran Ruang Bakar

- 12) Pasang busi yang baru, coil dan kabelnya, intake manifold, serta soket-soket kembali pada head cylinder.
2. Pengujian waktu pengerjaan pengangkatan pembersihan kerak karbon.
- Dari hasil pengujian didapatkan setelah digunakannya alat bantu *cleaning* ruang bakar ini proses pembersihan kerak karbon menjadi lebih efisien sekitar 4 menit yang sebelumnya membutuhkan waktu 13,6 Menit menjadi 9,6 Menit. Sehingga hal ini dapat meningkatkan efisiensi pengerjaan *cleaning* ruang bakar.

Perhitungan dari keuntungan efisiensi alat bantu *cleaning* ruang bakar ini adalah:

Gaji teknisi Rp 4.000.000,-/bulan

Rp 4.000.000 : 26 hari = Rp 153.846,- (Gaji Perhari)

Rp 153.846 : 8 jam = Rp 19.230,- (Gaji Perjam)

Rp 19.230 : 60 menit = Rp 320 ,- (Gaji Permenit)

Di Nissan Datsun Bantul rata-rata *customer* yang datang perhari untuk *cleaning* ruang bakar adalah 3 mobil, perhitungan keuntungan setiap harinya adalah:

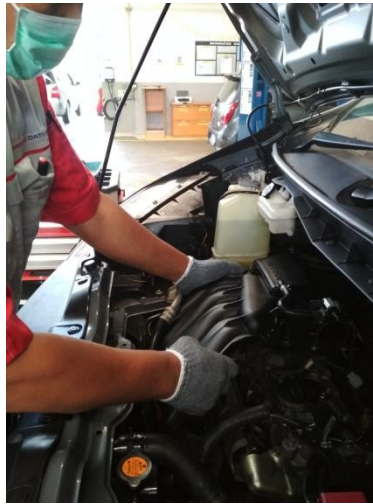
Rp 320 X 4 menit = Rp 1.280,-

Rp 1.280 X 3 mobil = Rp 3.840,-

Jadi keuntungan yang disumbangkan alat bantu *cleaning* ruang bakar adalah Rp 3.840,-. Biaya pembuatan alat Rp 350.000,- dalam waktu 4 bulan biaya BEP pembuatan sudah tergantikan.

3. Menganalisa dampak bahaya yang bisa ditimbulkan sebelum dan sesudah adanya pemasangan alat tersebut. Dari hasil pengujian sebelum ada alat tersebut cairan pembersih yang bercampur tersebut akan keluar dengan cara menyemprot dari ruang bakar karena distarter, hal ini jika mengenai barang yang sangat sensitif seperti cat mobil akan sangat korosif dan dikhawatirkan merusak warna cat mobil tersebut, karena dikeluarkan juga cairan kerak karbon lewat saluran *exhaust* dikhawatirkan dapat menyumbat saluran buang kendaraan sehingga proses pembuangan gas buang dapat terhambat. Setelah itu campuran cairan pembersih dan kerak karbon dikeluarkan dengan cara dikompresi maka akan berubah menjadi gas, jika terhirup pekerja maka dikhawatirkan akan mengganggu kesehatan.
4. Perbandingan keuntungan cara lama dan cara baru
 - a. Cara Lama *Cleaning* Ruang Bakar

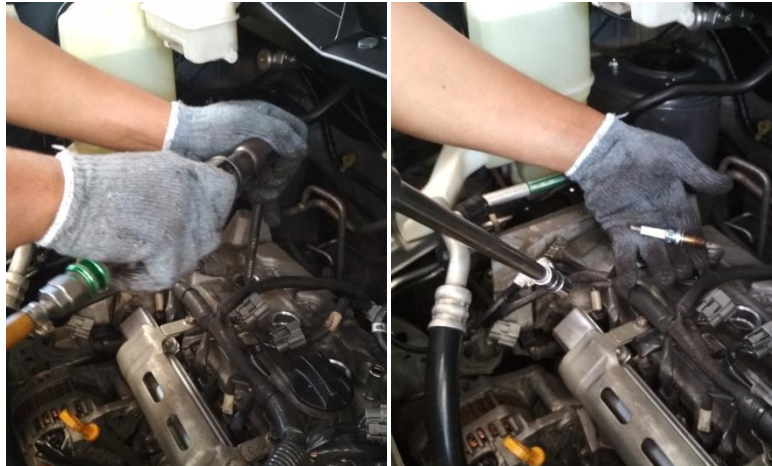
- 1) Lepas *filter duck*, *intake manifold*, *coil*, busi dan soket-soket yang menempel pada *cylinder head*.



Gambar 45. Melepas *Intake Manifold*



Gambar 46. Melepas *Coil* dan Kabel Busi



Gambar 47. Melepas Busi

- 2) Posisikan piston di tengah semua dengan cara *menstart* atau memutar poros engkol dan mengukurnya menggunakan obeng.
- 3) Semprot ruang bakar melalui keempat lubang busi dengan *engine conditioner* dan lubang *intake manifold*.



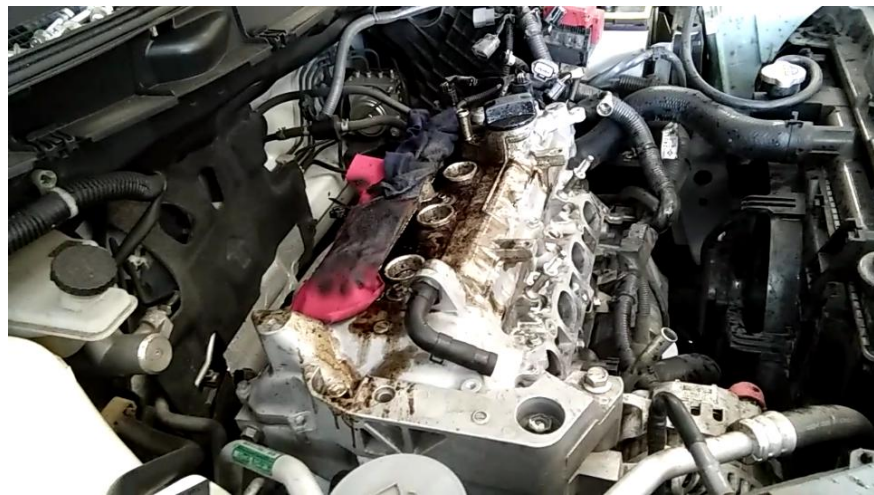
Gambar 48. Menyemprotkan *Engine Conditioner* ke Lubang Busi

- 4) Bersihkan lubang busi dengan obeng (-) kecil panjang dan sikat gigi untuk lubang *intake manifold*.



Gambar 49. Pembersihan Ruang Bakar Melalui Lubang Busi dan
Intake Manifold

- 5) Starter Berulsg- Ulang agar kotoran keluar.



Gambar 50. Larutan Pembersih Bercampur Dengan Kerak Karbon
Keluar

- 6) Pasang selang ke mulut *air gun* kemudian masukkan ke lubang busi dan semprotkan udara. Tutup bagian atas lubang busi dengan majun

agar kotoran yang keluar tidak berceceran. Lakukan juga pada *lubang intake manifold*.



Gambar 51. Penyemprotan Ruang Bakar Untuk Mengeluarkan Kotoran Ruang Bakar

- 7) Setelah kotoran keluar, semprot kembali dengan brake cleaner agar lebih bersih dan kering kemudian dilap dengan majun bersih.



Gambar 52. Kotoran Ruang Bakar Yang Terangkat Keluar

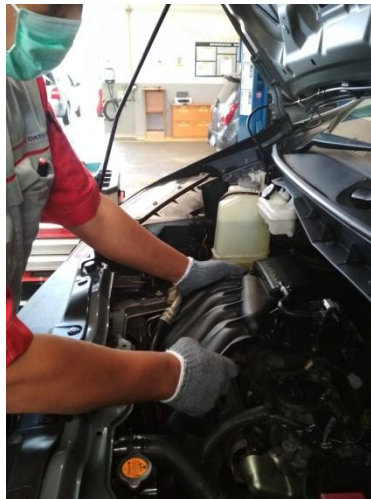


Gambar 53. Pembersihan Kotoran Yang Tercecer di Blok Mesin
Dengan Brake Cleaner

8) Pasang busi yang baru, *coil* dan kabelnya, intake manifold, serta soket-soket kembali pada *head cylinder*.

b. Cara Baru *Cleaning* Ruang Bakar

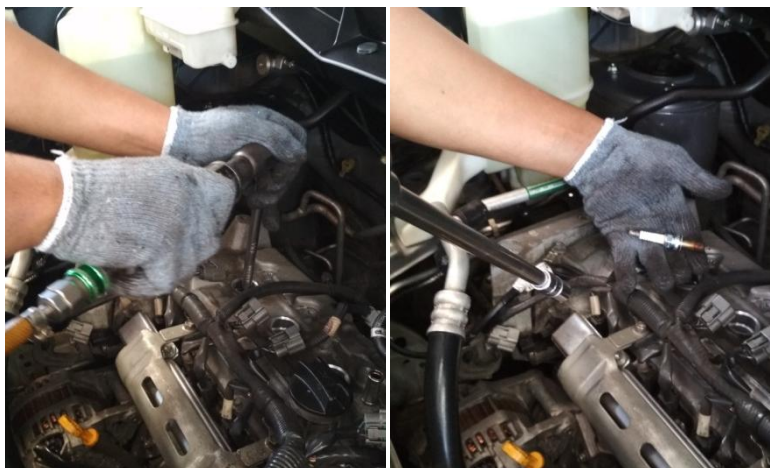
1) Lepas *filter duck*, *intake manifold*, *coil*, busi dan soket-soket yang menempel pada *cylinder head*.



Gambar 54. Melepas *Intake Manifold*

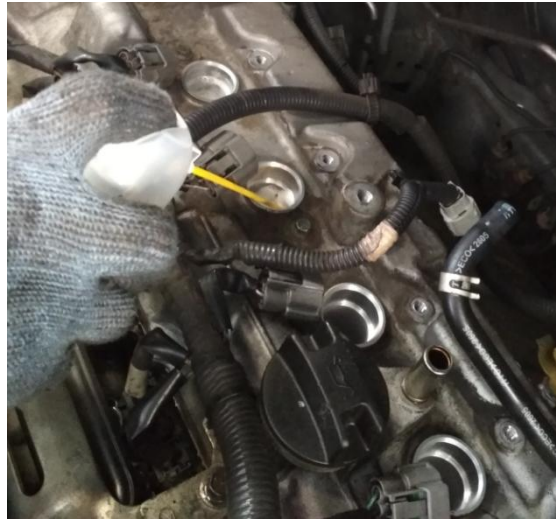


Gambar 55. Melepas *Coil* dan Kabel Busi



Gambar 56. Melepas Busi

- 2) Posisikan piston di tengah semua dengan cara *menstart* atau memutar poros engkol dan mengukurnya menggunakan obeng.
- 3) Semprot ruang bakar melalui keempat lubang busi dengan *engine conditioner* dan lubang *intake manifold*.



Gambar 57. Menyemprotkan *Engine Conditioner* ke Lubang Busi

- 4) Bersihkan lubang busi dengan obeng (-) kecil panjang dan sikat gigi untuk lubang *intake manifold*.



Gambar 58. Pembersihan Ruang Bakar Melalui Lubang Busi dan
Intake Manifold

- 5) Pasang selang kompresor ke alat bantu *cleaning* ruang bakar



Gambar 59. Pemasangan Selang Kompresor

- 6) Pasangkan selang ke sambungan selang pneumatik



Gambar 60. Pemasangan Selang Kesambungan Pneumatik

- 7) Masukkan selang tadi ke dalam ruang bakar untuk tempat laluan menyedot cairan.



Gambar 61. Memasukkan Selang Kedalam Silinder

- 8) Buka kran udara dengan cara memutar kran sehingga aliran udara mengalir.



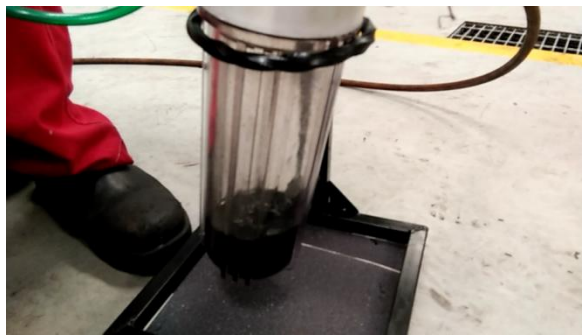
Gambar 62. Membuka Kran Udara

- 9) Kemudian putar-putar selang agar kotoran yang berada disamping juga ikut terhisap.



Gambar 63. Selang Diputar

- 10) Maka kerak karbon yang bercampur dengan cairan pembersih akan keluar dan menuju ke tabung tempat penampungan sementara.



Gambar 64. Kerak Karbon Yang Ditampung

- 11) Untuk menyempurnakan proses pembersihan pasang selang ke mulut *air gun* kemudian masukkan ke lubang busi dan semprotkan udara. Tutup bagian atas lubang busi dengan majun agar kotoran yang keluar tidak berceceran. Lakukan juga pada *lubang intake manifold*.



Gambar 65. Penyemprotan Ruang Bakar Untuk Mengeluarkan Kotoran Ruang Bakar

- 12) Pasang busi yang baru, *coil* dan kabelnya, intake manifold, serta soket-soket kembali pada *head cylinder*.
- c. Dari proses diatas dapat diketahui kelemahan dan kelebihan cara lama maupun cara baru diantaranya adalah:
- 1) Keuntungan Cara Lama (sebelum menggunakan alat bantu) :
Pembersihan ruang bakar lebih bersih dikarenakan menggunakan tekanan kompresi yang besar.
 - 2) Kelemahan Cara Lama (sebelum menggunakan alat bantu) :
 - a) Waktu kurang efisien
 - b) Berpotensi starter cepat aus karena digunakan berulang-ulang
 - c) Berpotensi aki mudah drop dikarenakan saat penstarteran tidak terjadi pengisian.
 - 3) Keuntungan Cara Baru (Sesudah menggunakan alat bantu)

- a) Waktu pengerjaan lebih efisien
 - b) Aspek k3 seperti bahaya lingkungan terminimalisir karena kerak karbon dikeluarkan dengan cara divakum dan tidak menyemprot.
 - c) Penghematan cairan pembersih karena tidak perlu membersihkan tumpahan cairan karbon.
- 4) Kelemahan
- Kemungkinan pembersihan kerak karbon diruang bakar tidak sebersih dengan cara *distarter*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah dicapai dari proses pembuatan dan pengujian dari alat bantu *cleaning* ruang bakar, maka dapat disimpulkan:

1. Pembuatan alat bantu *cleaning* ruang bakar dimulai dari proses analisa kebutuhan, observasi harga dan pemilihan alat dan bahan, pembuatan rangka alat bantu *cleaning* ruang bakar, pembuatan rangkaian alat bantu *cleaning* ruang bakar, dan proses terakhir adalah pengecatan rangka dudukan alat bantu *cleaning* ruang bakar. Dimana keseluruhan tahap pembuatan tersebut sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Proses pembuatan dari alat bantu *cleaning* ruang bakar juga sesuai dengan jadwal kegiatan yang telah dibuat sebelumnya meskipun terdapat beberapa kendala dalam dan waktu pengerjaan karena bersamaan dengan waktu Praktek Industri namun dapat diatasi sehingga alat bantu *cleaning* ruang bakar dapat terselesaikan dengan baik.
2. Hasil pengujian rangkaian dari alat bantu *cleaning* ruang bakar ini yaitu:
 - a. Hasil dari pengujian fungsi komponen alat bantu *cleaning* ruang bakar yang telah dilakukan dengan cara menghubungkan ke udara bertekanan (kompresor). Dapat disimpulkan bahwa komponen-komponen tersebut masih dalam kondisi baik sesuai dengan fungsinya. Dapat disimpulkan bahwa komponen-komponen tersebut masih berfungsi dengan baik.

- b. Dari hasil pengujian didapatkan setelah digunakannya alat bantu *cleaning* ruang bakar ini proses pembersihan kerak karbon menjadi lebih efisien sekitar 4 menit yang sebelumnya membutuhkan waktu 13,6 Menit menjadi 9,6 Menit.
- c. Pengujian analisis dampak k3. Setelah adanya alat tersebut pengeluaran cairan pembersih yang bercampur kerak karbon dengan cara divakum, hal ini dapat meminimalisir bahaya bagi lingkungan.

Sehingga hasil dari pembuatan dan pengujian alat bantu *cleaning* ruang bakar ini dapat disimpulkan bahwa alat ini bisa digunakan untuk alat bantu *cleaning* ruang bakar di Indomobil Nissan Datsun Bantul.

B. Saran

Alat penyedot kerak karbon pada ruang bakar dari sistem kerja atau fungsinya masih terdapat kekurangan. Oleh sebab itu diharapkan dapat disempurnakan lagi dikemudian hari. Adapun beberapa saran untuk dapat lebih menambah penyempurnaan adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan sistem motor elektrik agar lebih baik.
2. Dibersihkan sesudah menggunakan agar lebih awet.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2011). *NEW STEP 1 :Training Manual*. Jakarta : Toyota Astra Motor
- Atkins. (1999). *Kimia Fisika 2*. Jakarta: Erlangga
- Hari Amanto, Daryanto. (2011). *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Jalius Jama, dkk. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Kuswana, Wowo Sunaryo Dr. (2014). *Ergonomi Dan K3*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Riswan Dwi Djamiko. (2008). *Teori Pengelasan Logan*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- Sudryono. (2013). *PNEUMATIK DAN HIDROLIK*. Jakarta : Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
- Syamsi, Ibnu Drs. S.U. (2004). *Efisiensi, Sistem, dan Prosedur Kerja*. Jakarta: PT. Bumi Aksara

LAMPIRAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Didik Setyawan
NIM : 15509134023
Jurusan : D3 Teknik Otomotif
Dosen Pembimbing : Muhkamad Wakid, S.Pd., M.Eng.
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN *VACUUM VALVE* SEBAGAI ALAT PENGHISAP KOTORAN *CARBON* DI RUANG BAKAR

Bimbingan ke	Hari / Tanggal	Materi Bimbingan	Catatan Dosen/ Pembimbing	Tanda Tangan Pembimbing
1	17/3 2018	Bab I	Revisi Rumusan Masalah	
2	24/3 2018	Bab I	Lanjut Bab II	
3	17/4 2018	Bab II	Revisi Definisi	
4	23/4 2018	BAB II	Lanjut Bab III	
5	3/5 2018	BAB III	Revisi Konsep	
6	16/5 2018	BAB III	Revisi Uji	
7	30/5 2018	BAB IV	Revisi Data Uji	
8	2/8 2018	BAB V	Snag Ujian	

Mengetahui,
Ketua Prodi D3 Teknik Otomotif

Drs. Moch. Solikin, M.Kes.
NIP. 196804041993031003

Yogyakarta, 2 Agustus 2018
Mahasiswa,

Didik Setyawan
NIM. 15509134023



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3

Nama Mahasiswa : Didik Setyawan
No. Mahasiswa : 15509134023
Judul PA D3/S1 : PENGEMBANGAN VACUUM VALVE SEBAGAI ALAT
PENGHISAP KOTORAN CARBON DIRUANG BAKAR

Dosen Pembimbing : Muhkamad Wakid, S.Pd.,M.Eng

Dengan ini saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	Muhkamad Wakid, S.Pd.,M.Eng	Ketua Penguji		20/8/2018
2	Drs. Moch. Solikin, M. Kes	Sekretaris Penguji		15/8/2018
3	Drs. Kir Haryana, M.Pd	Penguji Utama		13/8/2018

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3

**KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
NOMOR : 26/TOTO/PB/VII/2018**

**TENTANG
PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING PROYEK AKHIR MAHASISWA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

- Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan Proyek Akhir mahasiswa, dipandang perlu mengangkat dosen pembimbingnya;
- b. bahwa untuk keperluan sebagaimana dimaksud pada huruf a perlu menetapkan Keputusan Dekan Tentang Pengangkatan Dosen Pembimbing Proyek Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mengingat : 1. Undang-undang RI Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4301);
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi (Lembaran Negara Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5500);
3. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 93 Tahun 1999 Tentang Perubahan Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan menjadi Universitas;
4. Peraturan Mendiknas RI Nomor 23 Tahun 2011 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Yogyakarta;
5. Peraturan Mendiknas RI Nomor 34 Tahun 2011 Tentang Statuta Universitas Negeri Yogyakarta;
6. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 98/MPK.A4/KP/2013 Tentang Pengangkatan Rektor Universitas Negeri Yogyakarta;
7. Peraturan Rektor Nomor 2 Tahun 2014 tentang Peraturan Akademik;
8. Keputusan Rektor Nomor 800/UN.34/KP/2016 tahun 2016 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan : **KEPUTUSAN DEKAN TENTANG PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING PROYEK AKHIR FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA.**

PERTAMA : Mengangkat Saudara :

Nama	: Muhkamad Wakid, S.Pd., M.Eng.
NIP	: 19770717 200212 1 001
Pangkat/Golongan	: Penata Muda, III/a
Jabatan Akademik	: Asisten Ahli

sebagai Dosen Pembimbing Untuk mahasiswa penyusun Proyek Akhir :

Nama	: Didik Setyawan
NIM	: 15509134023
Prodi Studi	: Teknik Otomotif - D3
Judul Skripsi/TA	: PENGEMBANGAN VACUUM VALVE SEBAGAI ALAT PENGHISAP KOTORAN CARBON DI RUANG BAKAR

- KEDUA : Dosen Pembimbing sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA bertugas merencanakan, mempersiapkan, melaksanakan, dan bertanggungjawabkan pelaksanaan kegiatan bimbingan terhadap mahasiswa sebagaimana dimaksud dalam Diktum PERTAMA sampai mahasiswa dimaksud dinyatakan lulus.
- KETIGA : Biaya yang diperlukan dengan adanya Keputusan ini dibebankan pada Anggaran DIP Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2018.
- KEEMPAT : Keputusan ini berlaku sejak tanggal 30 Juli 2018.

Tembusan Keputusan Dekan ini disampaikan kepada :

1. Para Wakil Dekan Fakultas Teknik;
 2. Kepala Bagian Tata Usaha Fakultas Teknik;
 3. Kepala Subbagian Keuangan dan Akuntansi Fakultas Teknik;
 4. Kepala Subbagian Pendidikan Fakultas Teknik;
 5. Mahasiswa yang bersangkutan;
- Universitas Negeri Yogyakarta.

Ditetapkan di : Yogyakarta
Pada tanggal : 30 Juli 2018

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA,



[Handwritten Signature]
Dr. Drs. WIDARTO, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001