

**STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA MESIN KOMPRESI
UDARA SATU LANGKAH DENGAN VARIASI SUDUT
PEMBUKAAN SELENOID**

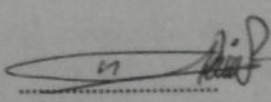
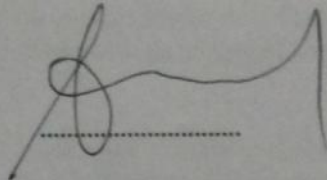


**FURQON BASTIAN
5315092567**


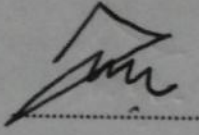
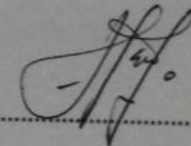
Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Dr. Darwin Rio Budi Syaka, MT. (Dosen Pembimbing I)		17/2015 /2
Ahmad Kholil, ST., MT. (Dosen Pembimbing II)		17/2015 /2

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Prof. Dr. Hj. Zulfiati, M.Pd. (Ketua Penguji)		12/2015 /2
Ir. Yunita Sari, MT., MSi. (Sekretaris)		17/2015 /2
Eko Arif Syaefudin, ST., MT. (Dosen Ahli)		5/2015 /2

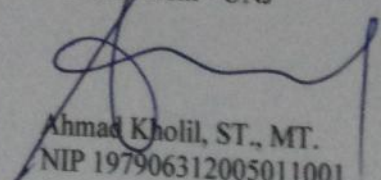
Tanggal Lulus

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Mesin - UNJ

Dr. Eng Agung Premono, MT.
NIP. 197703012001121002



Ketua Prodi
Teknik Mesin - UNJ

Ahmad Kholil, ST., MT.
NIP 197906312005011001

ABSTRAK

Furqon Bastian, Studi Eksperimental Kinerja Mesin Kompresi Udara 1 Langkah Dengan Variasi Sudut Pembukaan Selenoid. Skripsi, Jakarta: Strata 1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dan torsi mesin dua langkah yang telah dimodifikasi menjadi mesin kompresi udara satu langkah dengan menggunakan dua buah *selenoid* sebagai katup masuk udara bertekanan yang akan menggerakkan piston bergerak naik dan turun. Waktu pembukaan pada katup selenoid diatur dengan menggunakan papan cakram dan sensor *infrared*.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Maka pengujian pada mesin kompresi udara ini dilakukan dengan mengatur derajat pembukaan katup *selenoid* yang bervariasi yaitu di 3^0 setelah TMA dan 5^0 setelah TMA. Ada pun beberapa alat yang digunakan untuk membantu pengambilan data adalah, *prony brake* pada variasi tekanan rem 0.4 bar – 2 bar dengan perubahan tekanan rem 0.2 bar. Variasi tekanan udara yang digunakan 3 bar – 8 bar dengan perubahan tekanan udara 1 bar. *Tachometer* digunakan untuk mengetahui putaran mesin.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil daya maksimal pada tekanan udara yang sama yaitu 8 bar, untuk daya mesin kompresi udara dengan sudut bukaan katup selenoid 3^0 setelah TMA adalah 1,07 Kw, sedangkan untuk daya mesin kompresi udara dengan sudut bukaan katup 5^0 setelah TMA adalah 1,09 Kw.

Kata kunci : Mesin kompresi udara, katup selenoid, sudut derajat

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Jakarta, Januari 2015

Penulis

Furqon Bastian
No. Reg 5315092567

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Ya Sayiidina Ya Maulana Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi penulis untuk menyelesaikan studi S-1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Judul yang penulis ambil adalah “STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA MESIN KOMPRESI UDARA SATU LANGKAH DENGAN VARIASI SUDUT PEMBUKAAN SELENOID”.

Keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak kepada penulis, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta junjungan besar Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat Nabi.
2. Ayah, Ibu dan kakak - kakak tercinta yang selalu memberikan dukungan moral dan doanya hingga saya bisa menyelesaikan studi.
3. Bapak Dr. Eng. Agung Premono, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
4. Bapak Ahmad Kholil, S.T, M.T. selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak memberikan bantuannya dalam penyelesaian tugas akhir skripsi ini.
5. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. selaku dosen pembimbing pertama yang telah meluangkan waktunya membimbing dan mengarahkan penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.

6. Bapak Ahmad Kholil, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya membimbing dan mengarahkan penulis dalam pembuatan tugas akhir ini.
7. Sdr. Aditya M.T. yang membantu dan memberi masukan kepada saya dalam menyelesaikan alat.
8. Rekan-rekan satu tim, Umeir Fata Amaly, Joko Triyanto dan Ikrar Shahih H. yang telah berjuang bersama-sama, memberi banyak dukungan materi dan moril sehingga telah selesainya tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Mesin, khususnya kepada angkatan 2009 yang telah memberikan dukungan motivasi serta membantu penulis sampai terciptalah alat ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak kekurangan baik dalam isi maupun penyusunannya. Oleh karena itu, masukan berupa kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan serta kemajuan di masa yang akan datang. Penulis juga meminta maaf jika dalam penulisan ini banyak kekeliruan baik yang disengaja maupun tidak disengaja kepada semua pihak yang terkait. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca

Jakarta, Januari 2015

Furqon Bastian

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Tujuan dan Manfaat	3
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1 Motor Bakar 2 Langkah	5
2.2 Sistem Pneumatik	7
2.3 Tekanan Udara	10
2.4 Daya	11
2.5 Torsi	12
2.6 Selenoid	14
2.7 Rem cakram	16
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Bahan Penelitian	18
3.2 Metode Penelitian	18
3.3 Set Up Peralatan Uji	20
3.4 Pelaksanaan Pengujian.....	33
3.5 Teknik Analisis Data dan Pembahasan.....	37
3.6 Hipotesis	38
BAB IV. HASIL PENELITIAN	
4.1 Daya Yang Dihasilkan Mesin Kompresi Udara	39
4.2 Torsi Yang Dihasilkan Mesin Kompresi Udara	42

4.3	Pengaruh Torsi Terhadap Daya Mesin	43
4.4	Efisiensi Torsi dan Daya Mesin Tenaga Kompresi Udara	51
4.5	Perbandingan Daya Mesin Kompresi Udara	53
BAB V. KESIMPULAN		
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN.....		59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Gesek dan Tekanan Rem	17
Table 3.1 Tekanan Udara.....	34
Tabel 3.2 Tekanan Rem	35
Tabel 3.3 Tabel Pengukuran Putaran Mesin Kompresi Udara.....	36
Tabel 3.4 Pengukuran Torsi dan Daya Mesin Kompresi Udara	37
Tabel 4.1 Sampel Statistik.....	54
Tabel 4.2 Sampel Korelasi	54
Tabel 4.3 Uji Sampel.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Cara Kerja Motor Bakar 2 Langkah	5
Gambar 2.2	Molekul dan Tekanan Gas	10
Gambar 2.3	Momen Putar.....	12
Gambar 2.4	<i>Solenoid Valve</i>	15
Gambar 2.5	Rem Cakram	16
Gambar 2.6	Notasi Untuk Cakram	16
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian	19
Gambar 3.2	<i>Set Up</i> Peralatan Mesin Uji.....	20
Gambar 3.3	Kommpresor	21
Gambar 3.4	<i>Pressure Regulator</i>	22
Gambar 3.5	<i>Prony Brake</i>	22
Gambar 3.6	<i>Pressure Gauge</i>	23
Gambar 3.7	<i>Tachometer</i>	23
Gambar 3.8	<i>Accu</i>	24
Gambar 3.9	<i>Power Supply</i>	25
Gambar 3.10	(A) <i>Solenoid Valve</i> , (B) Konektor, (C) Selang, (D) Pipa Penghubung 1 dan (E) Pipa Penghubung 2.....	26
Gambar 3.11	Penutupan Lubang Bilas	27
Gambar 3.12	(A) <i>Crank Case</i> dilubangi dan (B) <i>Crank Case</i> Setelah Dilubangi.....	27
Gambar 3.13	(A) Pemasangan <i>Fiber</i> dan (B) Penutupan Lubang <i>Intake Manifold</i>	28
Gambar 3.14	(A) Piston Sebelum Diubah (B) Piston Setelah Diubah	28
Gambar 3.15	(A) Pen Piston Sebelum Diberi Gemuk, (B) Pen Piston Setelah Diberi Gemuk dan (C) Pemasangan Piston Dengan Gemuk	29
Gambar 3.16	(A) Rangkaian <i>Solenoid Valve 1</i> dan (B) Rangkaian <i>Solenoid Valve 2</i>	29
Gambar 3.17	Pemasangan Rangkaian <i>Solenoid Valve</i> Pada Lubang <i>Crank Case</i>	30
Gambar 3.18	(A) <i>Cylinder Head</i> Sebelum Dipasang <i>Solenoid Valve</i> dan (B) <i>Cylinder Head</i> Setelah Dipasang <i>Solenoid Valve</i>	30
Gambar 3.19	Rangkaian Kelistrikan Sensor <i>Infrared</i>	31

Gambar 3.20	(1) <i>Broken</i> sensor <i>Infrared</i> , (2) Sensor <i>Infrared</i> dan (3) <i>Broken</i> Papan Cakram	32
Gambar 3.21	Papan Cakram	32
Gambar 3.22	Papan Cakram Setelah Dipasang.....	33
Gambar 4.1	Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA	40
Gambar 4.2	Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA.	41
Gambar 4.3	Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Torsi Yang Dihasilkan Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA	42
Gambar 4.4	Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Torsi Yang Dihasilkan Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA	43
Gambar 4.5	Pengaruh Torsi Terhadap Daya Mesin Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA.....	43
Gambar 4.6	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 8 Bar Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA	44
Gambar 4.7	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 7 Bar Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA	45
Gambar 4.8	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 6 Bar Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA	45
Gambar 4.9	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 5 Bar Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA	46
Gambar 4.10	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 4 Bar Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA	47
Gambar 4.11	Pengaruh Torsi Terhadap Daya Mesin Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA.....	47
Gambar 4.12	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 8 Bar Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA	48
Gambar 4.13	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 7 Bar Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA	49
Gambar 4.14	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 6 Bar Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA	49
Gambar 4.15	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 5 Bar Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA	50
Gambar 4.16	Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 4 Bar Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA	51
Gambar 4.17	Efisiensi Torsi Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA.....	51
Gambar 4.18	Efisiensi Daya Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan	

	Selenoid 3 ⁰ Setelah TMA.....	52
Gambar 4.19	Efisiensi Torsi Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA.....	52
Gambar 4.20	Efisiensi Daya Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan Selenoid 5 ⁰ Setelah TMA.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang Masalah

Tingkat pencemaran udara di kota Jakarta menjadi permasalahan yang cukup serius pada saat ini. Pencemaran ini sebagian besar disebabkan oleh peningkatan jumlah penggunaan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi berbahan bakar minyak (bahan bakar fosil) yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Tingkat pencemaran udara di kota Jakarta meningkat pada bulan juni 2011 dibandingkan dengan bulan mei 2011, hal ini berdasarkan grafik tingkat keasaman air hujan. Pada bulan mei 2011 tingkat pH air hujan di Jakarta kurang dari angka 5.00, sedangkan pada bulan juni 2011 pH air hujan mencapai angka lebih 5.50¹. Dengan demikian untuk mengurangi pencemaran udara maka membutuhkan kendaraan-kendaraan yang ramah lingkungan atau *zero emittion*. Salah satu mesin yang ramah lingkungan adalah mesin dengan kompresi udara, hal ini dikarenakan system kerja pada mesin ini dapat bekerja tanpa menggunakan bahan bakar, melainkan menggunakan tekanan udara sebagai sumber tenaga penggeraknya.

Cyhuang dalam penelitiannya menggunakan mesin pembakaran *internal* 4 langkah dengan 100 cm³, yang kemudian diubah sistem kerjanya menjadi mesin kompresi udara 2 langkah. Variasi tekanan / suhu mesin kompresi udara yang digunakan berada pada tekanan udara berkisar 5-9 bar (tekanan absolut). *Output* daya tertinggi yang dihasilkan mencapai 0,95 kW pada tekanan udara 9 bar dan

¹ http://bmgk.go.id/bmgk_pusat/Klimatologi/InformasiKAH.bmgk

1.320 rpm. Torsi tertinggi mencapai $9,99 \text{ N} \cdot \text{m}$ terjadi pada tekanan yang sama, tetapi pada 465 rpm. Kekurangan dari penelitian ini terdapat pada *output* daya yang terbatas akibat besar angkat katup dan daya angkat piston ke atas².

Motor bakar 2 langkah adalah mesin dengan proses usaha yang dilaksanakan dalam dua langkah piston atau satu putaran poros engkol³. Sementara itu, kekurangan pada mesin ini adalah menghasilkan polusi udara yang cukup tinggi. Hal ini terjadi karena pembakaran oli samping dan gas dari ruang bilas yang lolos ikut terbang langsung melalui saluran pembuangan (*exhaust*). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Maka kami mengusulkan mengubah mesin motor bakar 2 langkah menjadi mesin yang menggunakan tenaga kompresi udara, dengan kompresi udara sebagai energi utama, maka pada mesin ini tidak terjadi proses pembakaran dalam pada mesin sehingga mesin ini tidak menimbulkan emisi gas buang. Untuk menghasilkan performa mesin yang baik penulis berniat untuk menggunakan 2 buah *solenoid* sebagai katup masuk udara bertekanan kedalam mesin, 1 *solenoid* digunakan untuk menekan piston bergerak ke bawah dan 1 buah *solenoid* lagi digunakan untuk menekan piston bergerak ke atas. Maka dengan demikian setiap langkah kerja mesin akan menghasilkan tenaga.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka peneliti dapat mengidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Kendaraan alternatif apakah yang dapat menyelesaikan permasalahan polusi udara ?
2. Apakah kompresi udara dapat digunakan sebagai energi utama penggerak

² Chih-Yung Huang dkk, "Ekperimental Investigation on the Performance of a Compressed-Air Driven Piston Engine", *Energies*, Vol:6, 2013.

³ Harsanto, *Motor Bakar* (Jakarta: NV Penerbit Djambatan,1978.), h. 18

pada mesin ?

3. Bagaimanakah kinerja mesin motor bakar 2 langkah yang telah di modifikasi menjadi mesin 1 langkah dengan dengan sumber energi kompresi udara ?

1. 3. Pembatasan Masalah

Agar pengujian yang dilakukan tidak terlalu melebar dari tujuan yang hendak dicapai maka ditentukan batasan permasalahan sebagai berikut :

1. Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Otomotif Teknik Mesin UNJ.
2. Kondisi temperatur dan kelembaban udara dianggap konstan.
3. Mesin yang digunakan adalah mesin 2 langkah 110 cc.
4. Unjuk kerja yang diamati adalah “kinerja mesin”.

1.4. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tekanan udara laju udara yang paling optimal untuk unjuk kerja mesin tenaga kompresi udara. Maka diangkatlah satu judul yaitu, **“STUDI EKSPERIMENTAL KINERJA MESIN KOMPRESI UDARA 1 LANGKAH DENGAN VARIASI SUDUT PEMBUKAAN SELENOID “**.

1.5. Tujuan dan Manfaat

a. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan / penelitian ini adalah :

1. Mengetahui daya mesin dua langkah yang telah dimodifikasi menjadi mesin kompresi udara satu langkah.
2. Mengetahui torsi mesin dua langkah yang telah dimodifikasi menjadi mesin kompresi udara satu langkahh.

b. Manfaat

1. Secara Teoritis

Dapat memperoleh pengetahuan tentang sistem pneumatik pada mesin tenaga kompresi udara, kegunaan dan cara kerja mesin tenaga kompresi udara.

2. Secara Praktis

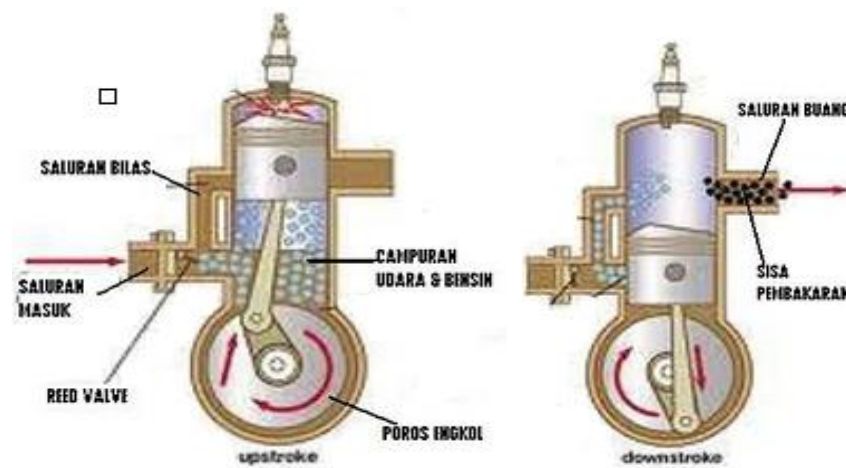
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi sumbangsih pemikiran bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan memberikan informasi seluas-luasnya kepada masyarakat mengenai pengaruh tekanan udara terhadap performa pada mesin tenaga kompresi udara sehingga dapat diterapkan pada kehidupan sehari-hari serta dirasakan manfaatnya untuk masyarakat luas. Selain itu juga diharapkan hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa lain untuk dijadikan bahan belajar ataupun sebagai bahan referensi agar lebih mudah memahami pengetahuan tentang mesin tenaga kompresi udara.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Motor Bakar 2 Langkah

Motor bakar 2 langkah adalah mesin dengan proses usaha yang dilaksanakan dalam dua langkah piston atau satu putaran poros engkol dengan pemasukan bahan bakar dan pengeluaran gas-gas bekas dilakukan pada akhir langkah kerja dan awal langkah kompresi disebut mesin dua langkah.



Gambar 2.1 Cara Kerja Motor Bakar 2 Langkah

Cara kerja motor bensin dua langkah secara terperinci adalah sebagai berikut :

2.1.1 Torak di atas

- a. langkah pertama atau langkah usaha

Pada saat torak mencapai TMA (titik mati atas), terjadilah penyalaan dan pembakaran sehingga terjadi tekanan tinggi. Tekanan ini mendorong torak ke bawah dan memutar poros engkol. Pada saat torak turun, torak juga membuka pintu keluar dan membuka pintu

pembilas, campuran bahan bakar baru yang masuk ke dalam silinder mendorong sisa-sisa gas pembakaran keluar silinder melalui pintu keluar.

b. langkah kedua atau langkah kompresi

Dari TMB (titik mati bawah) torak kembali bergerak ke atas. Pengisian campuran bahan bakar baru masih terjadi karena pintu pembilas masih terbuka, demikian dengan pengeluaran gas sisa sampai pada saat torak menutup pintu pengeluaran. Setelah pintu pengeluaran tertutup mulailah kompresi terjadi sampai torak mencapai TMA, kemudian disusul dengan pembakaran.

2.1.2 Torak di bawah

a. Langkah naik

Saat torak bergerak naik maka bagian atas torak terlebih dahulu menutup pintu pembilasan sehingga terjadi kevakuman di ruang bak engkol, kemudian torak bagian bawah membuka pintu masuk sehingga campuran bahan bakar masuk ke dalam ruang bak engkol sampai torak mencapai TMA.

b. Langkah turun :

Setelah mencapai TMA torak kembali ke bawah, bawah torak terlebih dahulu menutup pintu masuk kemudian memampatkan campuran bahan bakar. Pemampatan bahan bakar ini terjadi sampai torak bagian atas membuka pintu pembilasan dan pintu keluar

sehingga terjadi pembilasan dan pengeluaran gas sisa sampai torak mencapai TMB dan kembali ke atas⁴.

2.2. Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik yang dalam bahasa Yunani '*pneuma*' yang artinya udara atau angin. Dengan kata lain pneumatik adalah semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan. Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat-syarat keseimbangan. Pneumatik menggunakan hukum-hukum aerodinamika yang menentukan keadaan keseimbangan gas dan uap.

Pneumatik dalam pelaksanaan teknik udara mampat dalam industry 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 mampat (udara bertekanan)

Memang sistem elektronik mempunyai respon yang sangat cepat terhadap sinyal control. Tetapi sistem pneumatik mempunyai daya tahan yang lebih baik. Dalam beberapa aplikasi sistem pneumatik dapat bekerja dalam atmosfer yang tidak bisa dilakukan oleh sistem elektronik dan sistem pneumatik juga dapat digunakan dalam kondisi basah⁵.

⁴ *Ibid*, hh. 18-21

⁵ Thomas Krist, *Dasar-Dasar Pneumatik*, (Jakarta: Erlangga, 1993), hh. 1-2

2.2.1 Keuntungan dan kerugian sistem pneumatik

Beberapa keuntungan dalam penggunaan atau penerapan sistem pneumatik, antara lain:

- a. Ketelitian yang tinggi dari peralatan-peralatan pneumatik yang konstruksinya semakin memungkinkan suatu pengerjaan yang hampir tidak memerlukan perawatan dalam jangka panjang.
- b. Merupakan media/fluida kerja yang mudah didapat dan mudah diangkut udara dimana saja tersedia dalam jumlah yang tak terhingga.
- c. Udara bertekanan adalah bersih. Kalau ada kebocoran pada saluran pipa benda-benda kerja maupun bahan-bahan disekelilingnya tidak akan menjadi kotor.
- d. Dapat bertahan lebih baik terhadap keadaan-keadaan kerja tertentu. Udara bersih (tanpa uap air) dapat digunakan sepenuhnya pada suhu-suhu yang tinggi atau pada nilai-nilai yang rendah, jauh di bawah titik beku (masing-masing panas atau dingin)
- e. Aman terhadap kebakaran dan ledakan
- f. Menguntungkan karena lebih murah dibandingkan dengan komponen-komponen peralatan hidraulik. Dan pneumatik adalah 40 sampai 50 kali lebih murah daripada tenaga otot. Hal ini sangat penting pada mekanisasi dan otomatisasi produksi.
- g. Konstruksi yang kompak dan kokoh.
- h. Memiliki beberapa tekanan kerja sesuai dengan kebutuhan pemakaian (1 sampai 10 bar)

- i. Dengan dibebani lebih (tahan pembebanan lebih). Pada pembebanan lebih alat-alat udara bertekanan memang akan berhenti, tetapi akan mengalami kerusakan. Alat-alat listrik terbakar pada pembebanan lebih⁶.

Selain keuntungan adapun kerugian dalam menggunakan sistem pneumatik adalah sebagai berikut :

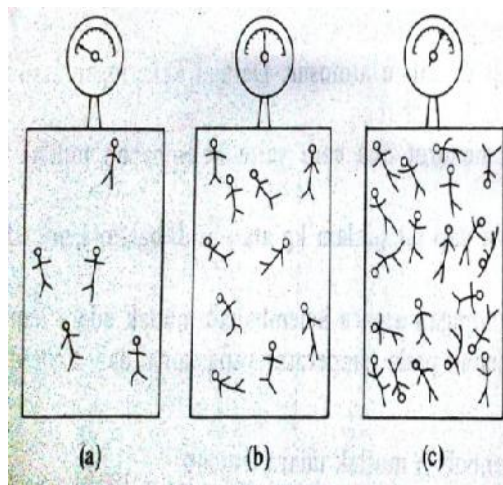
- a. Tidak mungkin untuk mewujudkan kecepatan-kecepatan torak dan pengisian yang tetap, tergantung dari bebannya.
- b. Udara yang ditiup ke luar menyebabkan kebisingan (desisan) mengalir ke luar, yang terutama dalam ruang-ruang kerja sangat mengganggu.
- c. Kelembapan udara dalam udara mampat pada waktu suhu menurun dan tekanan meningkat dipisahkan sebagai tetesan-tetesan air (air embun).
- d. Pada waktu pemuaiian (expansion) tiba-tiba (di belakang pemakai udara mampat) dan penurunan suhu yang bertalian dengan pemuaiian tiba-tiba ini, dapat terjadi pembentukan es.
- e. Suatu silinder pneumatik mempunyai kemampuan daya tekan yang terbatas.
- f. Suatu gerakan teratur hampir tidak dapat diwujudkan apabila terjadi perubahan beban.
- g. Tidak ada sinkronasi, menjalankan sama-sama (mensinkronkan) dua silinder atau lebih sangat sulit dilaksanakan⁷.

⁶ *Ibid*, hh. 5-9

⁷ *Ibid*, hh. 9-10

2.3. Tekanan Udara

Jika suatu gas atau udara menempati suatu bejana tertutup maka pada dinding bejana tersebut akan bekerja suatu gaya. Gaya ini per satuan luas ruang disebut tekanan. Menurut teori ilmu fisika, gas terdiri dari molekul-molekul yang bergerak terus-menerus secara sembarang. Karena gerakan ini, dinding bejana yang ditempati akan mendapat tumbukan terus-menerus dari banyak molekul. Tumbukan inilah yang dirasakan sebagai tekanan pada dinding. Jika temperatur gas dinaikan, maka gerakan molekul-molekul akan menjadi semakin cepat. Dengan demikian tumbukan pada dinding akan menjadi semakin sering dan dengan impuls yang semakin besar. Jadi meskipun volume bejana tetap, tekanan pada dinding akan menjadi lebih besar.



Gambar 2.2 Molekul dan Tekanan Gas

Peristiwa ini dapat dengan mudah dimengerti jika diperhatikan gambar 2.5 pada gambar (a) diperlihatkan bejana berisi gas bertemperatur rendah dimana tumbukan pada ruang begitu banyak. Jika temperatur dinaikan dengan volume tetap pada gambar (b) tumbukan pada ruang akan semakin banyak, sehingga tekanan akan naik. Pada gambar (c) diperhatikan keadaan di mana

volume bejana diperkecil sedangkan jumlah gas yang ada di dalamnya tetap seperti semula. Disini ruangan menjadi lebih padat molekul sedangkan luas ruang berkurang. Maka tumbukan yang terjadi per satuan luas ruang akan semakin besar hingga tekanannya juga akan naik. Selain dari pada itu, karena pemampatan ini juga berarti penambahan energi kepada gas maka gerakan molekul menjadi lebih cepat, yang berarti temperaturnya akan naik⁸.

2.4 Daya

Daya motor adalah besar kerja motor selama waktu tertentu. Campuran bahan bakar dan udara yang terbakar dalam ruang bakar akan menghasilkan gas pembakaran yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Gas ini akan mendorong piston ke bawah dan menghasilkan daya yang disalurkan ke poros engkol melalui batang piston.

Tenaga gerak yang dihasilkan mesin berasal dari energi panas hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara. Energi panas yang dihasilkan pada langkah ekspansi tidak semuanya diubah menjadi energi gerak. Untuk motor bensin, energi yang digunakan secara efektif besarnya sekitar 25%. Sebagian daya indikator dibutuhkan untuk mengatasi gesekan mekanis, misalnya gesekan antara piston dengan silinder. Daya indikator juga berkurang akibat kerugian proses pemampatan bahan bakar, kerugian pendinginan, kerugian pembuangan⁹.

⁸ Sularso, Msme - Prof. Dr. Haruo Tahara, *Pompa dan Kompresor*, (Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 2000), hh. 179-180

⁹ *Ibid*, h. 180

Secara teoritis daya efektif (N_e) mesin di rumuskan :

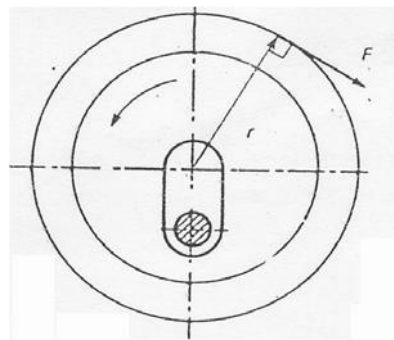
$$N_e = \frac{\frac{1}{2} \pi D^2 s \cdot n \cdot P_{e, x}}{\alpha \cdot 60 \cdot 75 \cdot 100} \times 0,735 \quad (2.1)^{10}$$

2.5 Torsi

Torsi adalah gaya untuk menggerakkan, menarik atau menjalankan sesuatu. Torsi dihasilkan dengan mengalikan gaya (F) dengan jarak (r). Pada suatu motor gerakan torak yang naik turun akan diubah menjadi gerak putar oleh poros engkol. Gerakan putar pada poros engkol akan membentuk suatu lintasan yang berbentuk lingkaran. Gaya putar pada poros engkol inilah yang disebut momen putar (torsi) pada motor.

Besarnya nilai torsi pada motor akan tergantung pada besarnya daya (P) yang dihasilkan oleh motor tersebut. Hubungan antara daya dan torsi akan ditunjukkan sebagai berikut :

Misalkan suatu gaya F Newton bekerja pada tuas sepanjang r meter yang diikatkan pada ujung poros engkol misalkan pada roda penerus.



Gambar 2.3 Momen Putar

. Momen putar adalah gaya kali jarak ($M=F \cdot r$)
(Sumber : BPM. Arends dan H. Berenschot, 1992 : 21)

¹⁰ *Ibid.*,

Dianggap gaya F berdiri tegak lurus pada tuas dan bekerja berlawanan dengan arah putaran motor. Maksudnya untuk menentukan besarnya gaya F yang diperlukan untuk mengatasi kerja motor yang arahnya berlawanan arah.

Bila gaya F berputar sekali mengelilingi lingkaran, maka F telah melakukan lintasan sejauh keliling lingkaran, yaitu:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r \quad (2.2)^{11}$$

Dimana, S = keliling lingkaran dalam meter

r = jari-jari lingkaran dalam meter

Besarnya kerja (W)

menjadi:

$$W = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \text{ (Nm)} \quad (2.3)^{12}$$

Dalam hal ini:

W : kerja dalam Nm

F : gaya dalam Newton

r : jari-jari dalam meter

Bila motor mempunyai putaran perdetik, maka kerja tiap detik atau sering disebut daya (P) adalah:

$$P = F \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \text{ (Nm/s atau Watt)} \quad (2.4)^{13}$$

Karena F membentuk momen putar atau torsi (T), maka rumusnya menjadi:

¹¹ *Ibid.*,

¹² *Ibid.*,

¹³ *Ibid.*,

$$P = 2\pi nT \text{ (Nm/s atau Watt)} \quad (2.5)^{11}$$

Dalam hal ini:

P = daya dalam Watt

n = putaran per detik

T = torsi dalam Nm

Bila yang diminta besarnya momen putar atau torsi, maka dipakai rumus:

$$T = \frac{P}{2\pi n} \text{ (Nm)} \quad (2.6)^{12}$$

Putaran mesin biasanya dalam satuan RPM (putaran per menit) Maka untuk mencari torsi dibagi 60 agar menjadi putaran dalam detik, sehingga rumusnya menjadi:

$$T = \frac{P}{2\pi \frac{n}{60}} \text{ atau } T = \frac{P \cdot 60}{2\pi n} \text{ (Nm)} \quad (2.7)^{13}$$

Berdasarkan rumus di atas dapat diketahui besarnya torsi bila telah diketahui besarnya daya (P) dan putaran mesin (n) yang dihasilkan motor tersebut.

2.6 Selenoid Valve

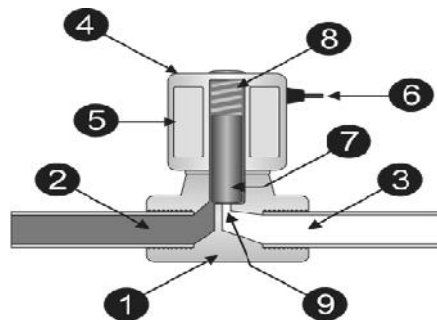
Selenoid adalah suatu alat dasar yang mengkonversi situasinya listrik ke dalam gerakan mekanis, pada umumnya seperti garis. *Selenoid* terdiri dari suatu kumparan dan alat penghisap. Penghisap tersebut mungkin adalah free standing atau dimuati pegas. Jika terdapat batang besi dan ditempatkan sebagian

¹¹ *Ibid.*,

¹² *Ibid.*,

¹³ *Ibid.*,

panjangnya di dalam *solenoid*, batang tersebut bergerak masuk ke dalam *solenoid* saat arus dialirkan. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan tuas. Tuas inilah yang nantinya untuk menggerakkan katup. Kumparan mempunyai beberapa rating tegangan atau arus dan tipenya mungkin DC atau AC. Spesifikasi *solenoid* meliputi rating listrik dan gaya pengisap menarik atau mendorong ketika yang diberi tegangan tertentu. Gaya ini mungkin dinyatakan dalam newton atau kilogram di dalam system SI. Berapa *solenoid* terbatas hanya untuk tugas sebentar-sebentar oleh karena batasan yang berkenaan dengan panas. Dalam hal ini, duty cycle maksimum (presentase total waktu) akan ditetapkan. *Solenoid* digunakan ketika suatu gaya mendadak yang besar harus dipakai.



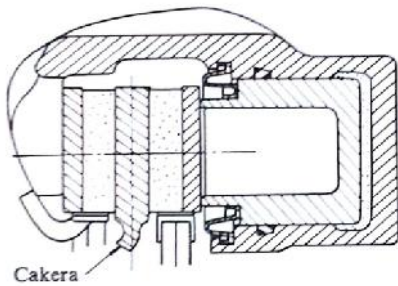
Gambar 2.4 *Solenoid Valve*

Keterangan gambar *solenoid valve*:

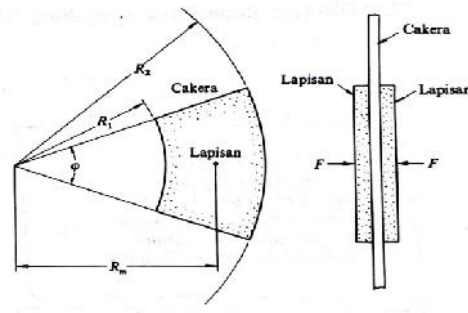
1. Blok katup
2. Masukan
3. Keluaran
4. *Solenoid*
5. Blok kumparan kawat
6. Terminal catu daya
7. Piston
8. Pegas
9. Lubang

2.7 Rem Cakram

Rem cakram terdiri atas sebuah cakera dari baja yang dijepit oleh lapisan rem dari kedua sisinya pada waktu pengereman (Gambar 2.14). Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil, radiasi panas yang baik, dll., sehingga sangat banyak dipakai untuk roda depan. Adapun kelemahannya adalah umur lapisan yang pendek, serta ukuran silinder rem yang besar pada roda. Jika lambang-lambang seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.15 dipakai, maka momen rem T_1 (kg.mm) dari satu sisi cakera adalah¹⁴



Gambar 2.5 Rem Cakram



Gambar 2.6 Notasi Untuk Cakram

$$T_1 = \mu FK_1 R_m \quad (2.8)^{15}$$

di mana μ adalah koefisien gesek lapisan, F (kg) adalah hasil perkalian antara luas piston atau silinder roda A_w (cm²) dan tekanan minyak p_w (kg/cm²), sedangkan K_1 dan R_m dihitung dari rumus berikut :

$$K_1 = \frac{2\theta}{3 \sin(\frac{\theta}{2})} \left[1 - \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right] \quad (2.9)^{16}$$

$$R_m = \frac{R_1 + R_2}{2} \quad (2.10)^{17}$$

¹⁴ Ir. Sularso – Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, (Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1991), Cetakan Ketujuh, h. 90.

¹⁵ *Ibid*, h. 91.

¹⁶ *Ibid*.

Perhitungan ini dilakukan untuk membuat keausan lapisan yang seragam baik di dekat poros maupun di luar, dengan jalan mengusahakan tekanan kontak yang merata. Jika $R_2 = 1,5 R_1$, maka

$$K_1 = 1,021 \text{ untuk } \varnothing = 25^\circ \qquad K_2 = 1,04 \text{ untuk } \varnothing = 45^\circ$$

Satu cakram ditekan oleh gaya P (kg) x 2 dari kedua sisinya. Jika pusat tekanan ada di $K_1 R_m = r$, maka faktor efektivitas rem (FER) adalah

$$(\text{FER}) = 2T/Pr = 2\mu \qquad (2.11)^{18}$$

Dalam hal otomobil, karena satu gandar mempunyai 2 roda dengan jari-jari R , gaya rem pada diameter luar roda adalah

$$B_d = 2(\text{FER}) \cdot p_w \cdot A_w \cdot r/R \qquad (2.12)^{19}$$

Tabel 2.1 Koefisien Gesek dan Tekanan Rem²⁰

Bahan drum	Bahan gesek	Koefisien gesek μ	Tekanan permukaan p_a (kg/mm ²)	Keterangan
Logam	Logam	0,10 – 0,20	0,09 – 0,17	Kering
		0,08 – 0,12		Dilumasi
	Logam	0,10 – 0,20	0,05 – 0,08	Kering – dilumasi
	Kayu	0,10 – 0,35	0,02 – 0,03	Dilumasi
	Tenunan	0,35 – 0,60	0,007 – 0,07	Kapas, asbes
	Cetakan (pasta)	0,30 – 0,60	0,003 – 0,18	Dammar, asbes, logam
	Paduan sinter	0,20 – 0,50	0,003 – 0,10	Logam

¹⁷ *Ibid.*,

¹⁸ *Ibid.*,

¹⁹ *Ibid.*,

²⁰ *Ibid.*, h. 80.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Bahan Penelitian

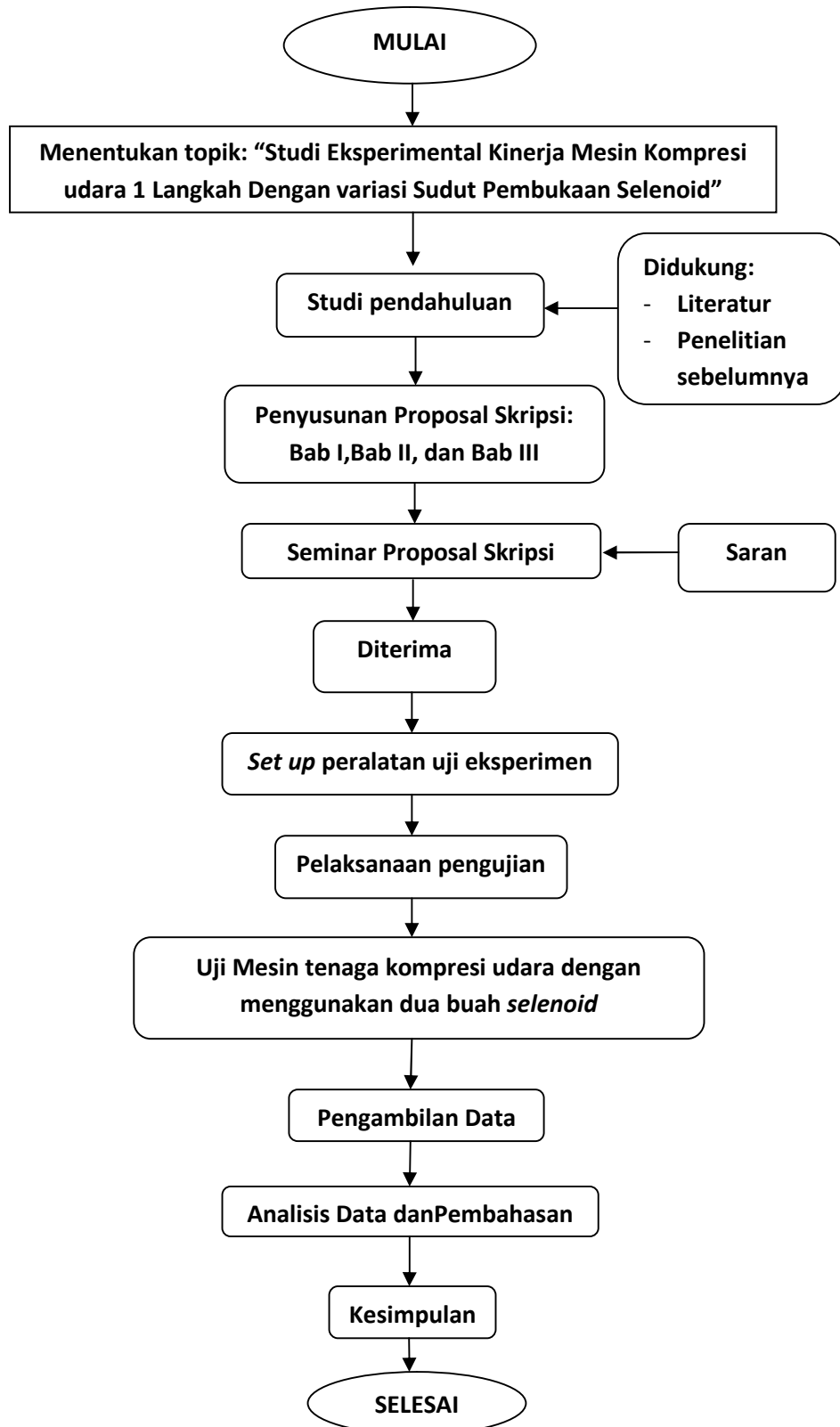
Tempat pelaksanaan dan bahan penelitian

- A. Pengujian daya mesin : Yamaha F1ZR 110cc
- B. Laboratorium otomotif Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta dimulai dari bulan Mei hingga bulan Agustus 2014.

3.2 Metode Penelitian

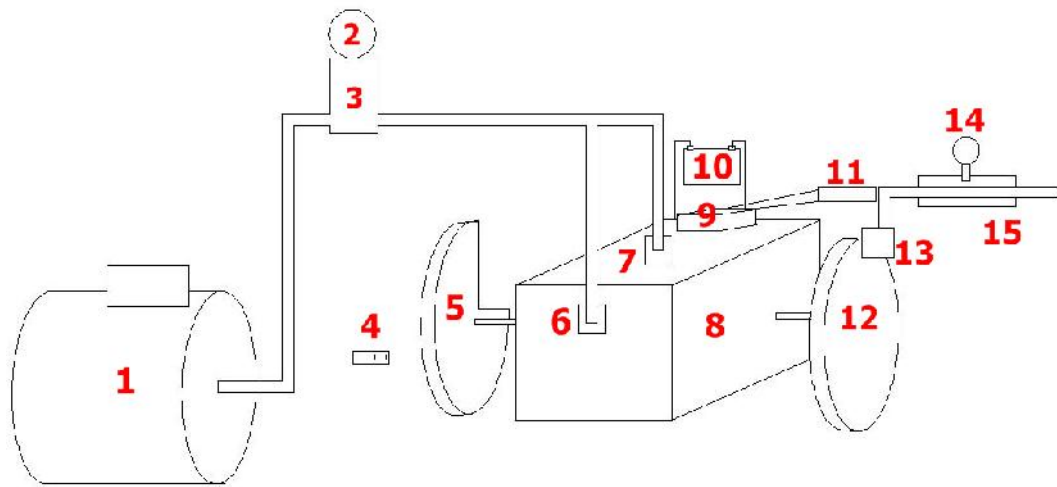
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan rangkaian kegiatan sebagai berikut :

- A. Menentukan subjek penelitian.
- B. Studi literatur.
- C. Pemasangan *solenoid* pada bagian *crank case* dan *silinder head*.
- D. Pemasangan sensor *infrared* pada bagian magnet *generator*.
- E. Instalasi mesin uji.
- F. Eksperimen pengujian.
- G. Mengumpulkan dan mengolah data-data yang diperoleh dari penelitian serta mengevaluasinya.
- H. Mempresentasikan hasil penelitian dalam bentuk grafik-grafik dan kemudian melakukan analisis.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.3 Set Up Peralatan Uji



Gambar 3.2 Skema Rangkaian Penelitian

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. Kompresor | 9. Rangkaian Kelistrikan |
| 2. Filter Udara | 10. Accu |
| 3. <i>Pressure Regulator</i> | 11. <i>Power Supply</i> |
| 4. <i>Tachometer</i> | 12. Piringan Cakram |
| 5. Papan Cakram | 13. <i>Caliper</i> |
| 6. <i>Solenoid 1</i> | 14. <i>Pressure Gauge</i> |
| 7. <i>Solenoid 2</i> | 15. Master Rem |
| 8. <i>Engine</i> | |

A. Mesin Uji

Kendaraan untuk pengujian digunakan sepeda motor 2 langkah dengan tahun produksi 1990

Tipe mesin : 2 langkah

Diameter silinder : 52 mm

Langkah torak : 51 mm

Volume silinder : 110 cm³

B. Alat yang Digunakan

1. Kompresor

Kompresor digunakan untuk mensuplai udara bertekanan kedalam ruang kompresi mesin



Gambar 3.3 Kompresor

Tipe : WIPRO *Profesional Air Compressor*

Tekanan udara maksimum: 8 bar

Berat : 18 kg

Motor Listrik : 0,5 KW/0,75 ps

V / Hz / PH : 220 / 50 / 1

2. *Pressure Regulator*

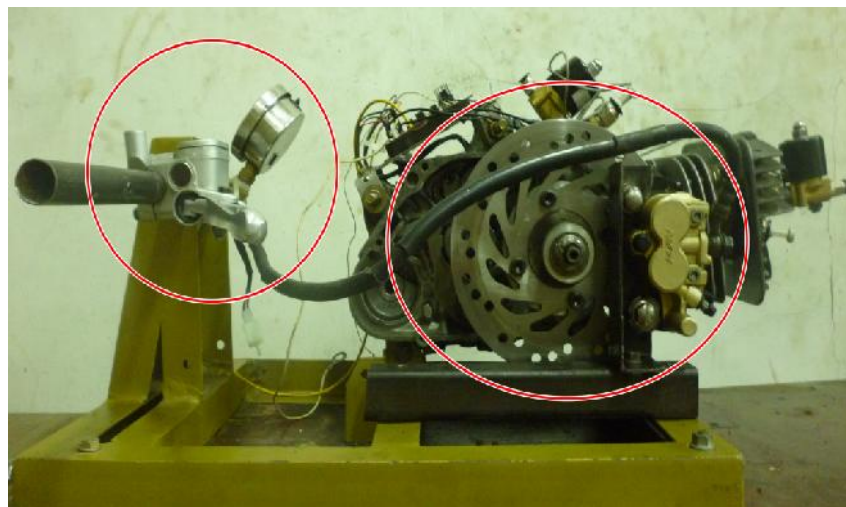
Pressure regulator adalah alat yang digunakan untuk mengatur tekanan udara yang akan dikeluarkan dari kompresor.



Gambar 3.4 *Pressure Regulator*

3. *Prony Brake*

Satu set sistem pengereman motor satria sebagai alat ukur atau beban untuk mesin (*Prony Brake*).



Gambar 3.5 *Prony Brake*

4. *Pressure gauge*

Pressure gauge digunakan sebagai alat pengukur tekanan pada sistem pengereman.



Gambar 3.6 *Pressure Gauge*

Size : 2 ½ Inch Bottom
Range : 0 – 6 kg / cm² / psi
Connection : ¼" NPT

5. *Tachometer*

Tachometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur putaran *out put* mesin dalam satuan rotasi per menit (Rpm).



Gambar 3.7 *Tachometer*

Digital Tachometer AR 926

<i>LCD Display</i>	: 5 digits, LCD display
<i>Accuracy</i>	: $\pm (0.05\%+1d)$
<i>Sampling time</i>	: 0.8 sec. (over 60 rpm)
<i>Test range select</i>	: Automatic range
<i>Detecting distance</i>	: 50 mm – 500 mm
<i>Size</i>	: 150 x 56 x 31 mm
<i>Measurement range</i>	: 2.5 – 99999 Rpm
<i>Resolution</i>	: 0.1 Rpm (2.5 – 999.9 Rpm) 1 Rpm (above 1000 Rpm)
<i>Power supply</i>	: 3 x 1.5 V AAA battery
<i>Power consumption</i>	: About 50 mA

6. Accu

Accu digunakan sebagai sumber arus 12V yang digunakan untuk mengaktifkan kontak IC L293 D



Gambar 3.8 Accu

7. Power Supply

Power supply adalah sebuah alat yang mensuplai arus ke komponen kelistrikan, sifatnya mengubah arus AC menjadi arus DC, pada penelitian ini *power supply* digunakan untuk mengaktifkan *solenoid valve*.



Gambar 3.9 Power Supply

Model : YL-W20

Input : 100 – 240VAC 0.5A 50 – 60HZ

Output : +24-30VDC = 0.8A

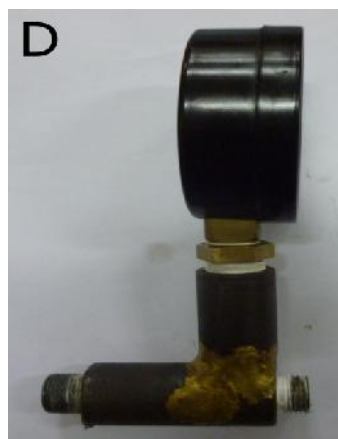
C. Prosedur Perubahan Sistem Kerja mesin

1) Pemasangan *Solenoid Valve*

Sebelum melakukan pengujian pada mesin tenaga kompresi udara, perlu diketahui bahwa, pada mesin tenaga kompresi udara perlu menggunakan *solenoid valve* sebagai katup masuk udara bertekanan.

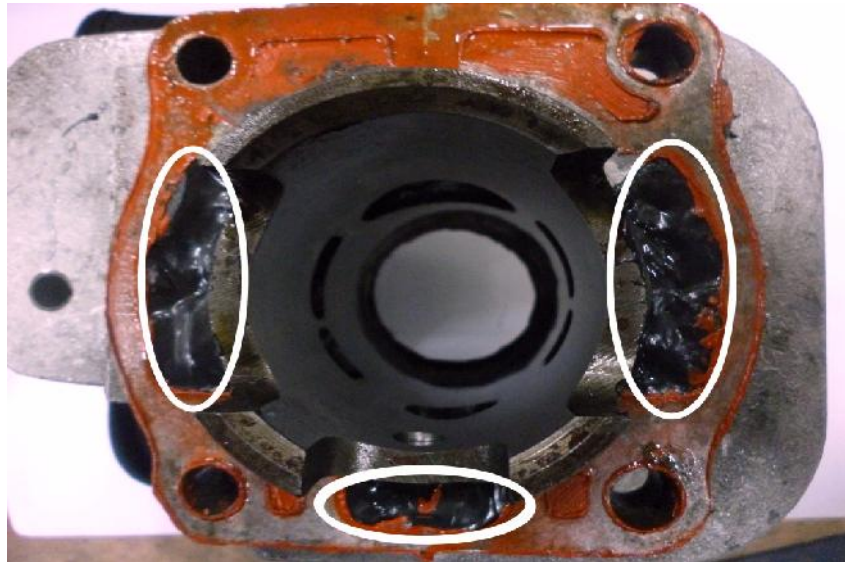
Prosedur perubahan pada mesin :

- Langkah pertama yang dilakukan peneliti adalah menyiapkan 2 buah *solenoid valve*, 2 buah pipa penghubung *solenoid valve*, selang udara tekanan tinggi dan konektor selang.



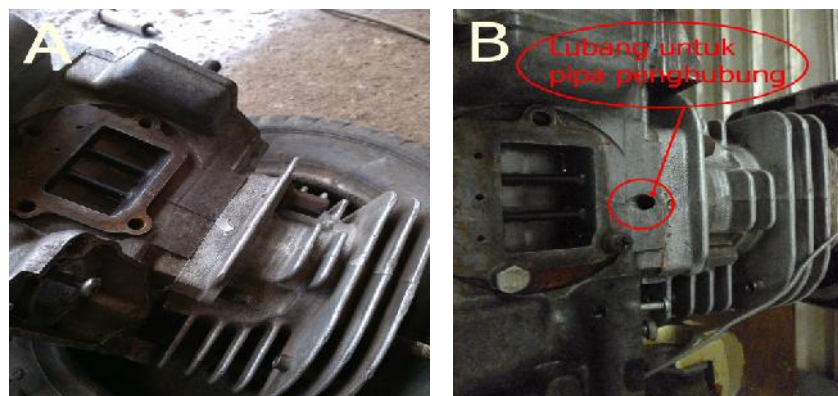
Gambar 3.10 (A) *Solenoid Valve*, (B) Konektor, (C) Selang, (D) Pipa Penghubung 1 dan (E) Pipa Penghubung 2

- Langkah kedua yang dilakukan peneliti adalah membongkaran pada *cylinder head*, *cylinder block* dan piston.
- Langkah ketiga yang dilakukan peneliti adalah melakukan penutupan lubang bilas pada *cylinder block*.



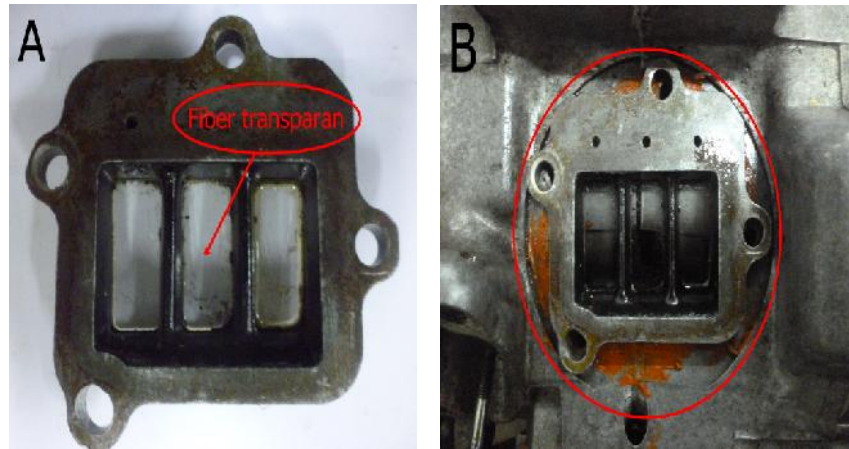
Gambar 3.11 Penutupan Lubang Bilas

- Langkah keempat yang dilakukan peneliti adalah melakukan pengeboran pada *crank case* untuk memasang pipa penghubung dan *solenoid*.



Gambar 3.12 (A) *Crank Case* dilubangi dan (B) *Crank Case* Setelah Dilubangi.

5. Langkah kelima yang dilakukan peneliti adalah menutup lubang *intake manifold* dengan *fiber* transparan.



Gambar 3.13 (A) Pemasangan *Fiber* dan (B) Penutupan Lubang *Intake Manifold*

6. Langkah keenam yang dilakukan peneliti adalah membuat celah untuk greese pada piston sebagai sumber pelumasan saat gesekan terjadi antara piston dengan liner *cylinder block*.



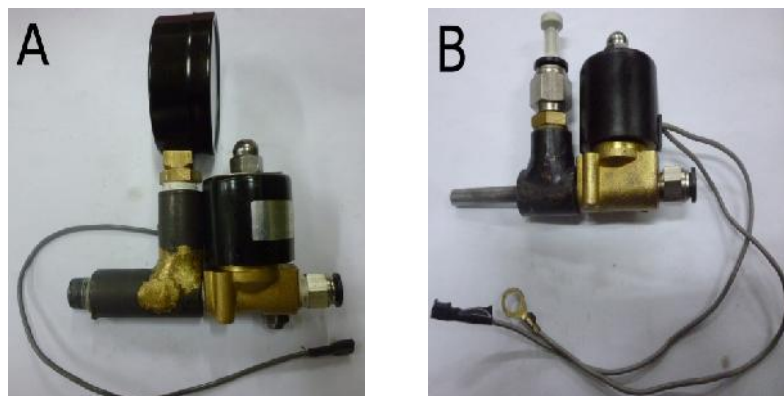
Gambar 3.14 (A) Piston Sebelum Diubah (B) Piston Setelah Diubah

7. Langkah ketujuh yang dilakukan peneliti adalah melakukan pemasangan piston dengan menggunakan gemuk ke *liner cylinder blok*.



Gambar 3.15 (A) Pen Piston Sebelum Diberi Gemuk, (B) Pen Piston Setelah Diberi Gemuk dan (C) Pemasangan Piston Dengan Gemuk.

8. Langkah kedepan yang dilakukan peneliti adalah melakukan perakitan antara pipa penghubung 1 dengan *selenoid* 1 dan pipa penghubung 2 dengan *selenoid* 2.



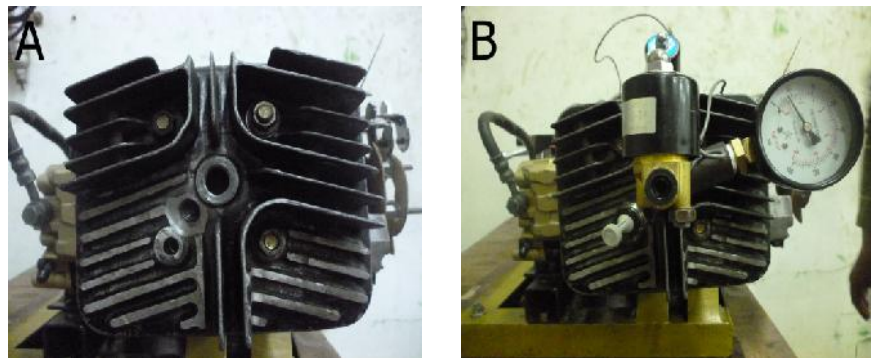
Gambar 3.16 (A) Rangkaian *Solenoid Valve* 1 dan (B) Rangkaian *Solenoid Valve* 2

9. Langkah kesembilan yang dilakukan peneliti adalah memasang nipple penghubung antara *solenoid* B pada lubang *crank case* yang telah dibuat.



Gambar 3.17 Pemasangan Rangkaian *Solenoid Valve* Pada Lubang *Crank Case*.

10. Langkah kesepuluh yang dilakukan peneliti adalah memasang nipple penghubung antara *solenoid* kedua dengan *silinder head* melalui lubang busi.



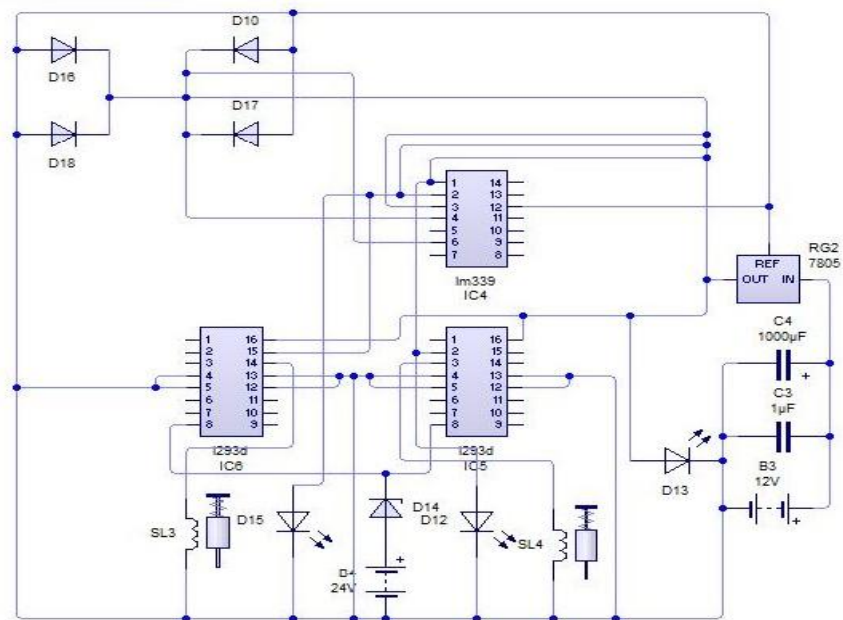
Gambar 3.18 (A) *Cylinder Head* Sebelum Dipasang *Solenoid Valve* dan (B) *Cylinder Head* Setelah Dipasang *Solenoid Valve*

2) Pemasangan Sensor *Infrared*

Setelah melakukan pemasangan *solenoid valve*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemasangan sensor *infrared* sebagai saklar pemberi perintah secara otomatis pada *solenoid*.

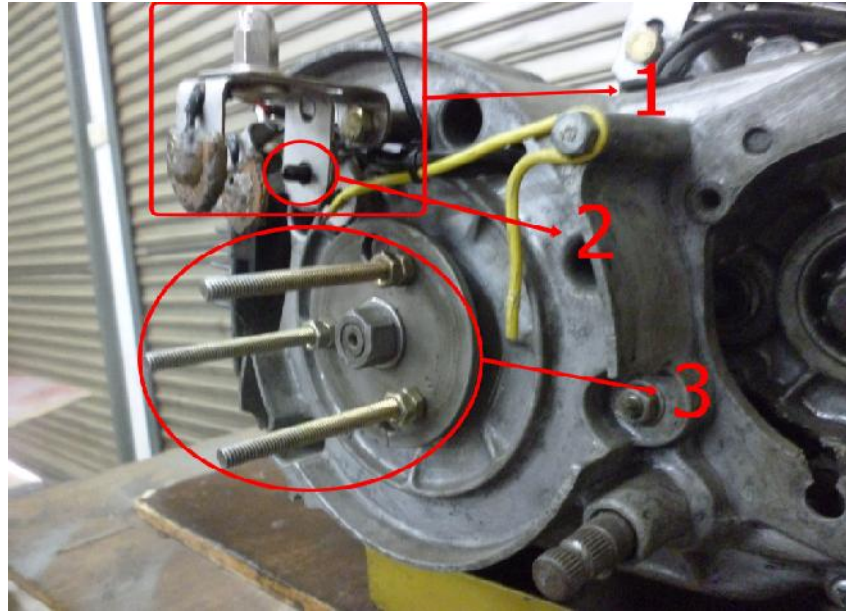
Prosedur yang harus dilakukan :

1. Langkah pertama, peneliti membuat rangkaian kelistrikan untuk sensor infra red.



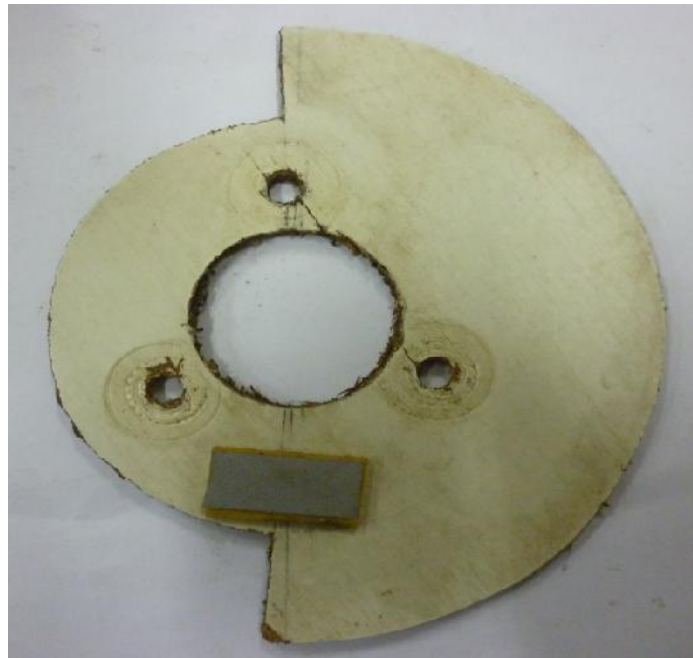
Gambar 3.19 Rangkaian Kelistrikan Sensor *Infrared*

2. Langkah kedua, peneliti membuat *broken* dudukan papan cakram pada poros magnet dan *broken* sensor *infrared* di bagian *block* magnet.



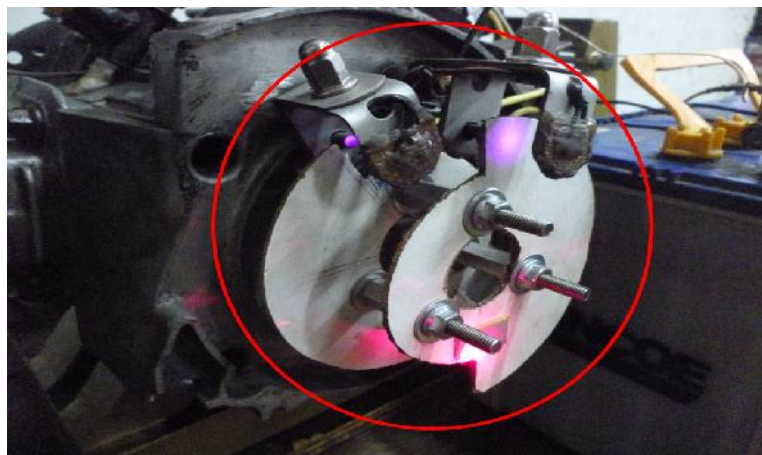
Gambar 3.20 (1) *Broken sensor Infrared*, (2) *Sensor Infrared* dan (3) *Broken Papan Cakram*

3. Langkah ketiga, peneliti membuat papan cakram sebagai alat buka tutup sensor *infrared*.



Gambar 3.21 Papan Cakram

- Langkah keempat, peneliti memasang papan cakram diantara sensor *infrared*.



Gambar 3.22 Papan Cakram Setelah Dipasang

3.4 Pelaksanaan Pengujian

A. Prosedur pengukuran tekanan udara di dalam ruang silinder

Sebelum melakukan pengujian pada mesin tenaga kompresi udara, perlu diketahui tekanan udara pada *silinder block*. Karena tekanan udara adalah faktor utama pada penelitian ini. Untuk mengukur tekanan udara maka perlu alat *pressure regulator* untuk mengetahui tekanan udara yang digunakan.

Prosedur pengukuran tekanan udara :

- Pasang sistem aliran udara pada mesin tenaga kompresi udara dengan benar.
- Nyalakan mesin kompresor hingga tekanan udara tertinggi.
- Atur *pressure regulator* sesuai dengan tekanan yang akan diuji.
- Salurkan tekanan udara pada kompresor ke *solenoid valve*.
- Masukan data tekanan udara yang masuk pada tabel yang disiapkan.

Table 3.1 Tekanan Udara

Tekanan Rem (Bar)	Tekanan Udara (Bar)					
	8	7	6	5	4	3
0.4						
0.6						
0.8						
1						
1.2						
1.4						
1.6						
1.8						
2						

B. Prosedur pengukuran tenaga dengan dinamometer

Pada pengujian performa mesin tenaga kompresi udara ini menggunakan alat bernama *Prony Brake* sebagai beban untuk mesin kompresi udara dalam mengukur performa mesinnya. Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui tekanan rem dengan menggunakan *pressure gauge* yang di pasang pada master rem.

Tahapan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan mesin tenaga kompresi udara dengan *prony brake*.
2. Mesin dihidupkan dengan memasukan tekanan udara dari kompresor ke dalam mesin tenaga kompresi udara.
3. Melakukan pemanasan mesin untuk mencapai kondisi operasional \pm 5 menit.
4. Berikan beban pada *prony brake* yang diatur dengan menggunakan tuas rem sehingga mendapatkan beban yang bervariasi.
5. Setelah diberi beban ambil data masing – masing tekanan di tiap beban dengan menggunakan *pressure gauge*.

6. Masukkan data pada tabel yang disediakan.

Tabel 3.2 Tabel Tekanan Rem

Tekanan Rem (Bar)	Tekanan Udara (Bar)					
	8	7	6	5	4	3
0.4						
0.6						
0.8						
1						
1.2						
1.4						
1.6						
1.8						
2						

C. Prosedur pengukuran putaran mesin (Rpm)

Pada pengujian performa mesin tenaga kompresi udara ini menggunakan alat bernama *Prony Brake* sebagai beban mesin kompresi udara untuk mengukur pada berbagai tingkat tekanan udara dan putaran mesin.

Tahapan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan mesin tenaga kompresi udara dengan *prony brake*.
2. Mesin dihidupkan dengan memasukan tekanan udara dari kompresor ke dalam mesin tenaga kompresi udara.
3. Melakukan pemanasan mesin untuk mencapai kondisi operasional \pm 5 menit.
4. Berikan beban pada *prony brake* yang diatur dengan menggunakan tuas rem sehingga mendapatkan beban yang bervariasi.
5. Setelah diberi beban ambil data putaran mesin kompresi udara dengan menggunakan *tachometer*.

6. Masukkan data pada tabel yang disiapkan.

Tabel 3.3 Tabel Pengukuran Putaran Mesin Kompresi Udara

Tekanan Rem (Bar)	Tekanan Udara (Bar)					
	8	7	6	5	4	3
0.4						
0.6						
0.8						
1						
1.2						
1.4						
1.6						
1.8						
2						

D. Prosedur pengukuran torsi dan daya mesin

Pada percobaan ini proses pengukuran torsi dan daya mesin kompresi udara ini menggunakan rumus torsi dan daya. Setelah mendapatkan data tekanan udara, tekanan rem dan putaran mesin maka penghitungan torsi dan daya dapat dilakukan. Jika sudah di dapat hasilnya maka perhitungan dapat dimasukkan ke dalam tabel torsi dan daya. Proses pengujian putaran mesin tenaga kompresi udara ini menggunakan alat *tachometer* untuk mengetahui berapa jumlah putaran mesin yang dapat dihasilkan pada tiap menitnya.

Tahapan pengujian adalah sebagai berikut :

1. Ambilah data tekanan udara, tekanan rem dan putaran mesin pada saat percobaan.
2. Setelah data didapat maka hitunglah torsi mesin kompresi udara dengan menggunakan rumus.

3. Setelah perhitungan torsi didapat maka selanjutnya dapat menghitung daya mesin kompresi udara.
4. Setelah semua data didapat maka dapat dimasukkan data ke dalam tabel yang disiapkan.

Table 3.4 Pengukuran Torsi dan Daya Mesin Kompresi Udara

Tekanan Rem (Bar)	Torsi (Nm)	Daya (Kw)					
		Tekanan Udara (Bar)					
		8	7	6	5	4	3
0.4							
0.6							
0.8							
1							
1.2							
1.4							
1.6							
1.8							
2							

3.5 Teknik Analisis Data dan Pembahasan

Teknik analisis data yang digunakan adalah :

Setelah mendapatkan data dari berbagai variable yang dibutuhkan, selanjutnya dilakukan analisis data. Secara eksperimental, torsi dan daya mesin yang dihasilkan oleh mesin uji dapat ditentukan dengan menggunakan rumus

$$F = A \cdot Pr$$

Dimana, F : gaya yang mendorong piston (kg)

A : luas penampang piston kaliper rem (cm²)

Pr : tekanan rata-rata (kg/cm²)

$$T = F \cdot r$$

Dimana, T : Torsi (Nm)

F : Gaya penyeimbang (N)

r : Panjang lengan (m)

$$P = \frac{2 \cdot \dots \cdot n \cdot T}{1000.60}$$

D mana, n : putaran mesin (Rpm)

T : Torsi (Nm)

Setelah didapat torsi dan daya mesin selanjutnya dibuat beberapa grafik dan menguji hipotesis dengan uji t paired antara dua sudut dengan menggunakan *software* SPSS untuk mengetahui apakah ada pengaruh yang signifikan atau tidak.

3.6 Hipotesis

Dasar pengambilan keputusan uji korelasi hubungan anantara dua *variable* sebagai berikut :

1. Berdasarkan Probabilitas

Jika probabilitas > 0,05, maka H_0 diterima

Jika probabilitas < 0,05, maka H_0 ditolak

NB : Nilai probabilitas adalah $0,05 / 2 = 0,025$; hal ini disebabkan uji dilakukan dua sisi.

2. Tanda korelasi

Tanda – (negatif) pada *output* menunjukkan adanya arah hubungan yang berlawanan, sedangkan tanda + (positif) menunjukkan arah hubungan yang searah.

Maka dapat dirumuskan bahwa :

H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara dua sudut.

H_i : Ada pengaruh yang signifikan antara dua sudut.

BAB IV

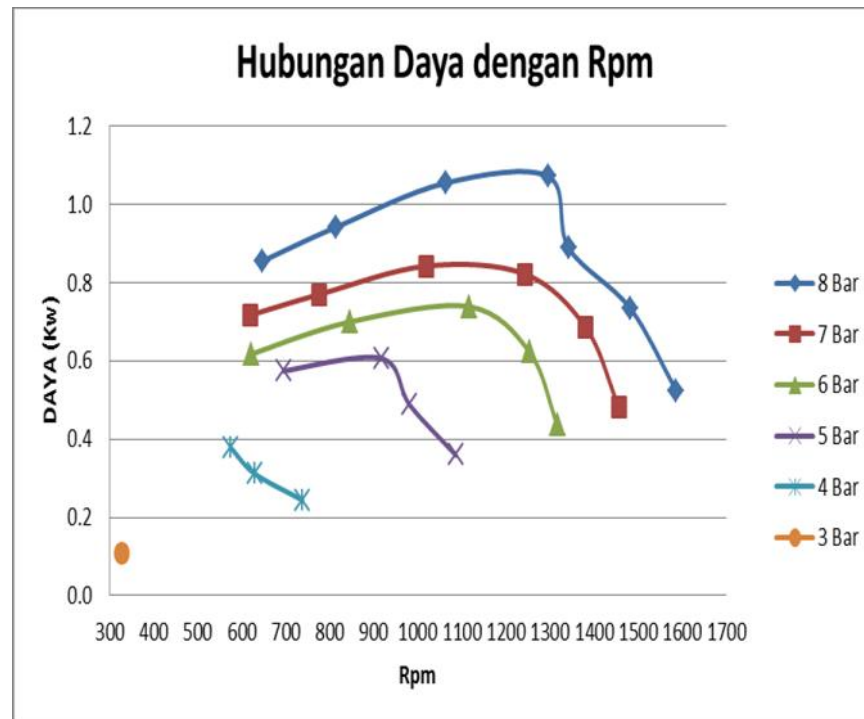
HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada mesin motor kompresi udara untuk mendapatkan data torsi dan daya yang dapat dihasilkan oleh mesin kompresi udara dengan menggunakan 2 buah variasi derajat pembukaan katup *selenoid* yang berbeda. Yaitu menggunakan titik pembukaan katup *selenoid* di 3⁰ setelah TMA dan 5⁰ setelah TMA. Selain itu pada penelitian ini juga menggunakan variasi tekanan udara 3 bar – 8 bar dengan perubahan tekanan udara 1 bar, dan selanjutnya dilakukan analisa antara lain pada:

1. Pengaruh derajat pembukaan katup *selenoid* terhadap daya yang dihasilkan.
2. Pengaruh derajat pembukaan katup *selenoid* terhadap torsi yang dihasilkan.

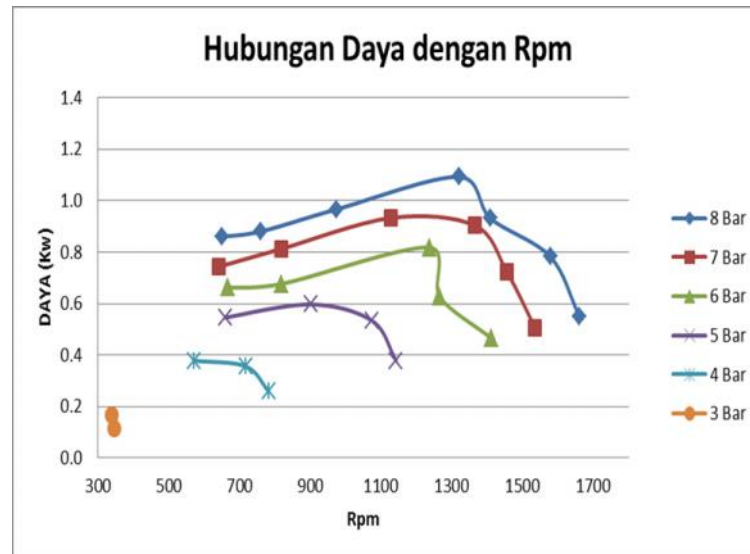
4.1 Daya Yang Dihasilkan Mesin Kompresi Udara.

Untuk mengetahui daya mesin kompresi udara maka diperlukan putaran mesin yang optimal. Pada putaran awal, mesin membutuhkan daya yang besar dan akan terus akan naik hingga mencapai daya maksimum (Kw) dan putaran mesin (rpm) maksimum.



Gambar 4.1 Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pada Pembukaan *Solenoid 3⁰* Setelah TMA.

Dari gambar 4.1 dapat dijelaskan pada pembukaan *solenoid 3⁰* setelah TMA daya tertinggi berada pada tekanan udara 8 bar yang bermula pada putaran mesin 646 rpm yang menghasilkan daya sebesar 0,85 Kw dan daya puncak pada putaran mesin 1295,50 rpm yang menghasilkan daya sebesar 1,07 Kw. Pada saat inilah mesin menerima beban yang besar untuk menuju putaran mesin yang lebih tinggi. Setelah mendapatkan putaran mesin yang tinggi dan stabil maka daya yang dihasilkan mesin pun menurun, pada pembukaan *solenoid 3⁰* berakhir pada putaran 1586 rpm dan daya yang dihasilkan 0,52 Kw. Namun pada tekanan udara 3 bar, 4 bar dan 5 bar, mesin tenaga udara tidak dapat menghasilkan daya maksimum karena tekanan udara yang berada di dalam tabung kompresor sudah menurun sehingga tekanan udara yang menuju ke mesin kompresi udara juga menurun.



Gambar 4.2 Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

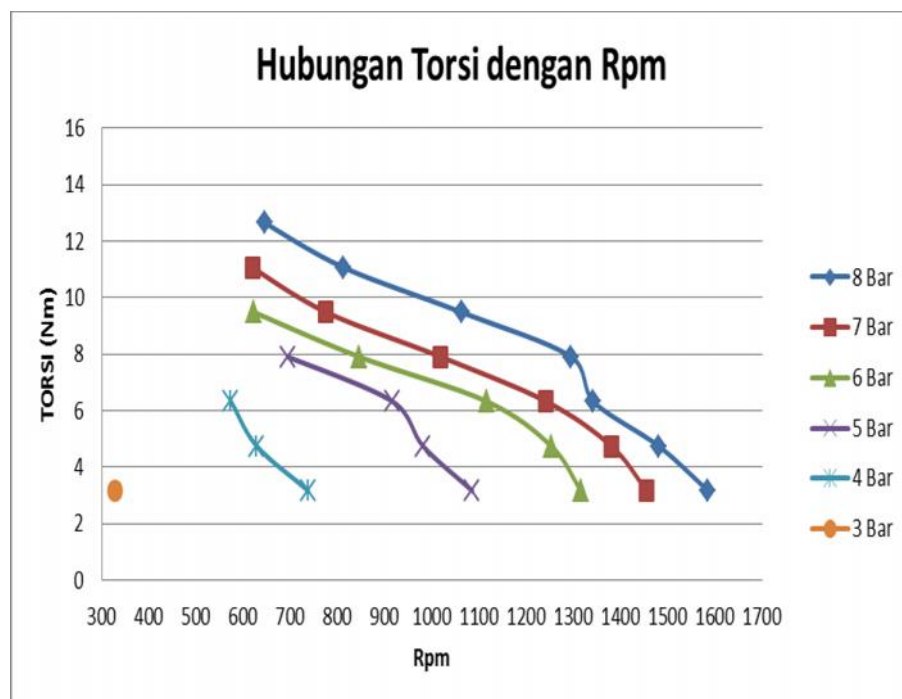
Dari gambar 4.2 dapat dijelaskan pada pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA. daya tertinggi berada pada tekanan 8 bar yang bermula pada putaran mesin 650,50 rpm yang menghasilkan daya sebesar 0,86 Kw dan puncak daya pada putaran mesin 1321,00 yang menghasilkan daya 1,09 Kw, pada saat inilah mesin menerima beban yang besar untuk menuju putaran mesin yang lebih tinggi. Setelah mendapatkan putaran mesin yang tinggi dan stabil maka daya yang dihasilkan mesin pun menurun, pada pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA berakhir pada putaran 1660,50 rpm dan daya yang dihasilkan 0,55 Kw. Namun pada tekanan udara 4 bar, 5 bar dan 6 bar, udara yang berada di dalam tabung kompresor sudah menurun sehingga tekanan udara yang menuju ke mesin kompresi udara menurun.

Dari gambar 4.1 dan gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA menghasilkan daya puncak yang lebih besar dibandingkan dengan pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA disetiap tekanan udara.

Hal ini disebabkan karna pembukaan 3^0 lebih banyak mensuplai udara dibandingkan 5^0 . Akibatnya, udara semakin sulit terbang dari ruang silinder. Karna, lubang buang pada mesin ini terletak dibawah (TMB) dan sangat singkat terbuka.

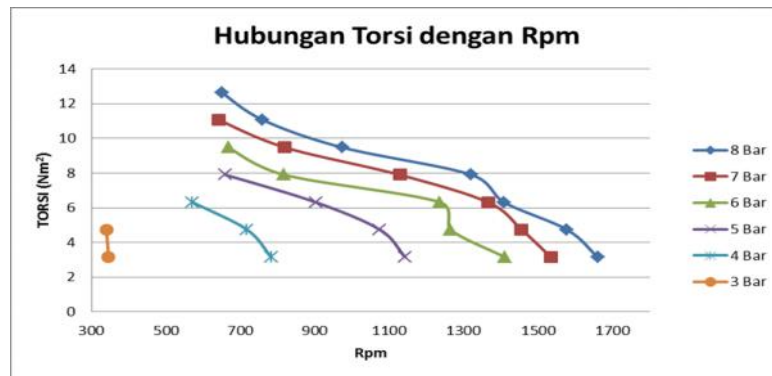
4.2 Torsi Yang Dihasilkan Mesin Kompresi Udara.

Torsi maksimum dicapai pada saat mesin mulai dijalankan dan menentukan kemampuan akselerasi kendaraan. Dapat diingat, torsi berbanding terbalik terhadap putaran mesin sehingga torsi maksimum dapat dicapai pada putaran mesin yang rendah, hal ini dapat kita lihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4.



Gambar 4.3 Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Torsi Yang Dihasilkan Pada Pembukaan *Solenoid* 3^0 Setelah TMA.

Pada pembukaan *solenoid* 3^0 setelah TMA torsi tertinggi yang didapat oleh mesin kompresi udara ialah 12,64 Nm pada putaran mesin 646 rpm di tekanan udara 8 bar dan torsi terendah 3,16 Nm pada putaran mesin 1586 Rpm.

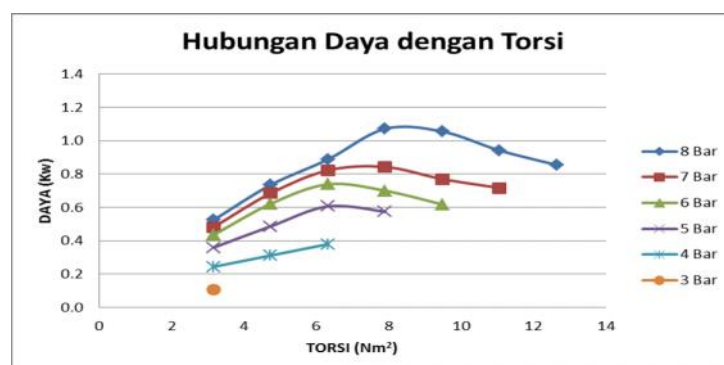


Gambar 4.4 Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Torsi Yang Dihasilkan Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

Pada pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA torsi tertinggi yang didapat oleh mesin kompresi udara adalah 12,64 Nm pada putaran mesin 650,50 rpm dan torsi terendah 3,16 Nm pada putaran mesin 1660,50 Rpm di tekanan udara 8 bar.

Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh putaran mesin terhadap torsi pada penggunaan pembukaan *solenoid* di 3⁰ setelah TMA dan 5⁰ setelah TMA menghasilkan torsi yang sama besar akan tetapi terdapat perbedaan ditingkat putaran mesin (Rpm).

4.3 Pengaruh Torsi Terhadap Daya Mesin.

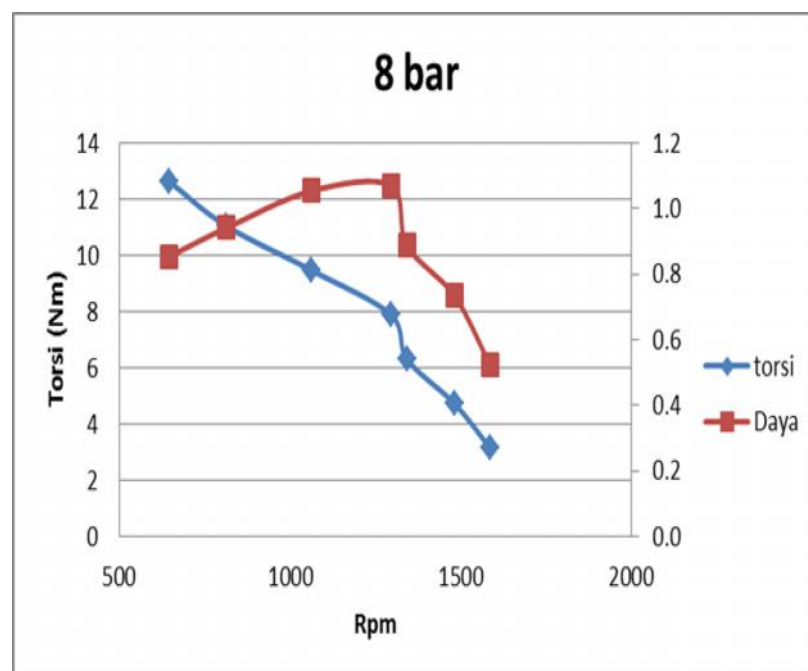


Gambar 4.5 Pengaruh Torsi Terhadap Daya Mesin Pada Pembukaan *Solenoid* 3⁰ Setelah TMA.

Pada gambar 4.5 dapat dilihat bahwa daya berbanding lurus dengan torsi, semakin meningkat torsi maka semakin meningkat juga daya yang dihasilkan.

Penurunan daya pada saat torsi maksimum diimbangi peningkatan putaran mesin. Akibatnya perkalian antara torsi dan putaran tetap menghasilkan daya yang tinggi. Dapat kita lihat daya tertinggi yang dihasilkan mesin kompresi udara pada pembukaan *selenoid* 3⁰ setelah TMA adalah 1,07 Kw dengan torsi sebesar 7,90 Nm pada tekanan udara 8 bar. Dapat dilihat perbandingan torsi dengan daya yang dipengaruhi oleh putaran mesin :

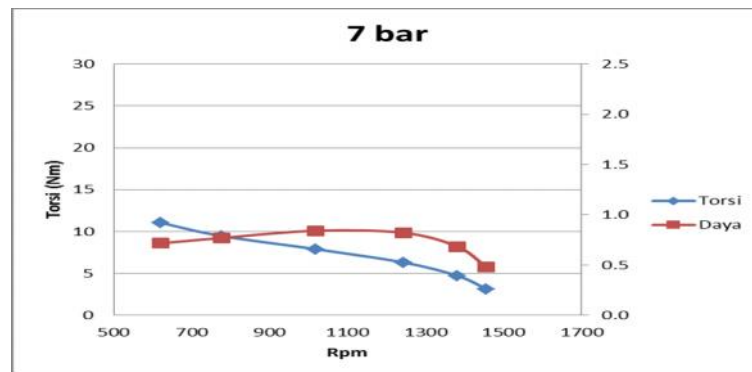
A. Tekanan Udara 8 Bar



Gambar 4.6 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 8 Bar Pada Pembukaan *Selenoid* 3⁰ Setelah TMA.

Pada gambar 4.6 di tekanan udara 8 bar, mesin kompresi udara menghasilkan daya puncak pada putaran mesin 1295,50 rpm dengan daya sebesar 1,07 Kw dan torsi 7,90 Nm. Setelah melewati daya puncak maka daya mesin kompresi udara turun kembali dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 1586 rpm pada daya 0,52 Kw dan torsi 3,16 Nm.

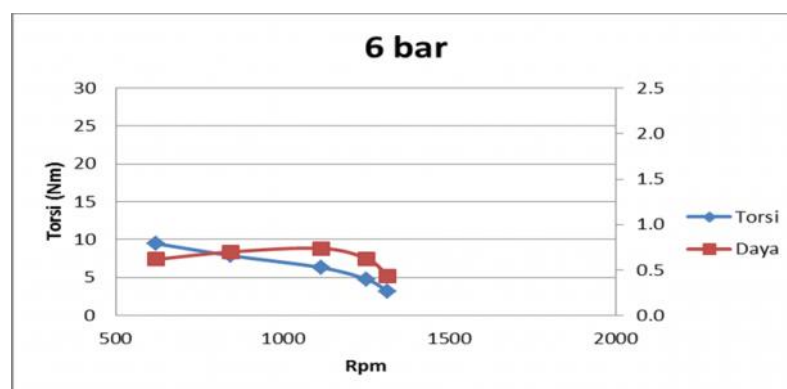
B. Tekanan Udara 7 Bar



Gambar 4.7 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 7 Bar Pada Pembukaan *Solenoid 3⁰* Setelah TMA.

Pada gambar 4.7 tekanan udara 8 bar, mesin kompresi udara menghasilkan daya puncak pada putaran mesin 1019 rpm dengan daya sebesar 0,86 Kw dan torsi 7,90 Nm. Setelah melewati daya puncak maka daya mesin kompresi udara turun kembali dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 1456 rpm pada daya 0,48 Kw dan torsi 3,16 Nm.

C. Tekanan Udara 6 Bar

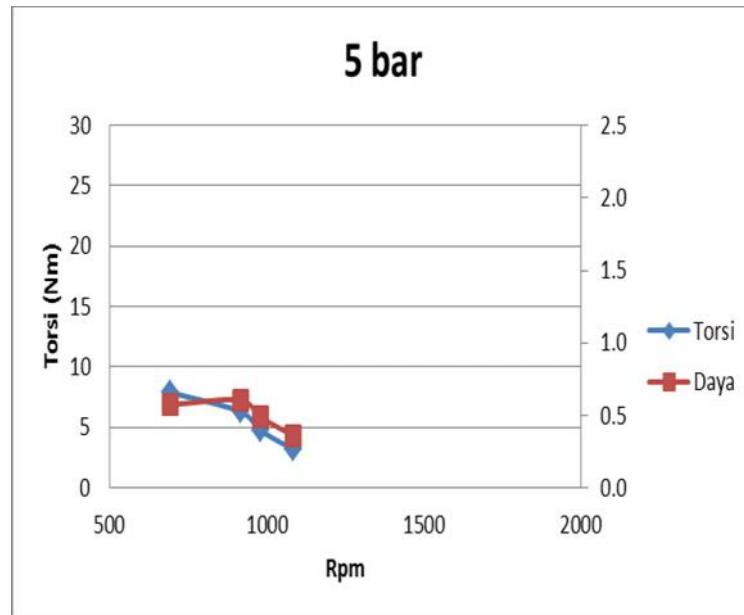


Gambar 4.8 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 6 Bar Pada Pembukaan *Solenoid 3⁰* Setelah TMA.

Pada gambar 4.8 ditekanan udara 6 bar, mesin kompresi udara menghasilkan daya puncak pada putaran mesin 1116,67 rpm dengan

daya sebesar 0,74 Kw dan torsi 6,32 Nm. Setelah melewati daya puncak maka daya mesin kompresi udara turun kembali dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 1316,50 rpm pada daya 0,44 Kw dan torsi 3,16 Nm.

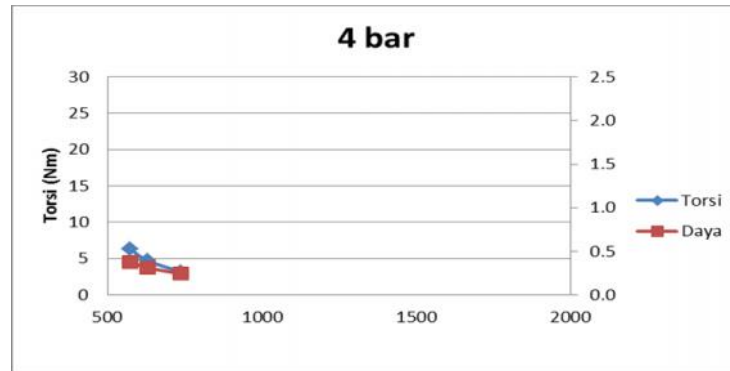
D. Tekanan Udara 5 Bar



Gambar 4.9 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 5 Bar Pada Pembukaan *Solenoid 3⁰* Setelah TMA.

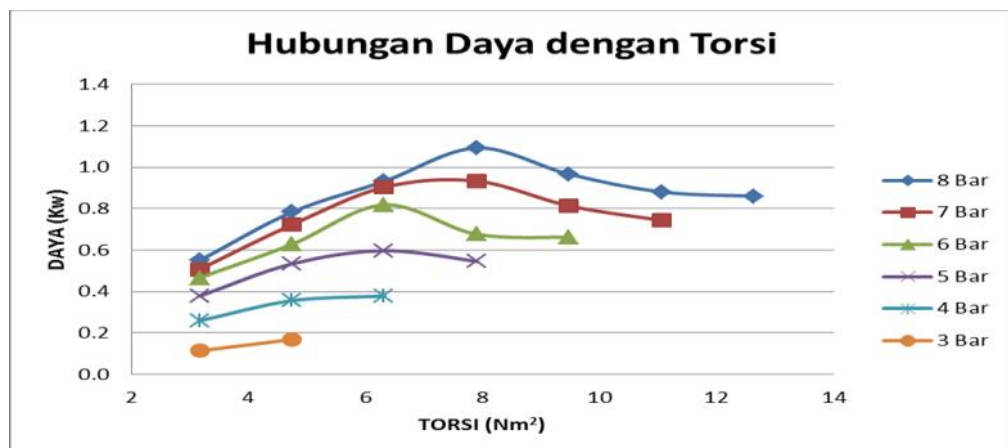
Pada gambar 4.9 ditekanan udara 5 bar, mesin kompresi udara belum mendapatkan daya puncaknya, sehingga hanya mendapatkan daya tertinggi pada putaran mesin 916,67 rpm dengan daya sebesar 0,61 Kw dan torsi 6,32 Nm yang kemudian daya mesin kompresi udara turun dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 1086 rpm pada daya 0,36 Kw dan torsi 3,16 Nm.

E. Tekanan Udara 4 Bar



Gambar 4.10 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 4 Bar Pada Pembukaan *Selenoid 3⁰* Setelah TMA.

Pada gambar 4.10 ditekanan udara 4 bar, mesin kompresi udara belum menghasilkan daya puncaknya, sehingga hanya mendapatkan daya tertinggi pada putaran mesin 574 rpm dengan daya sebesar 0,38 Kw dan torsi 6,32 Nm yang kemudian daya mesin kompresi udara turun dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 738 rpm pada daya 0,24 Kw dan torsi 3,16 Nm.

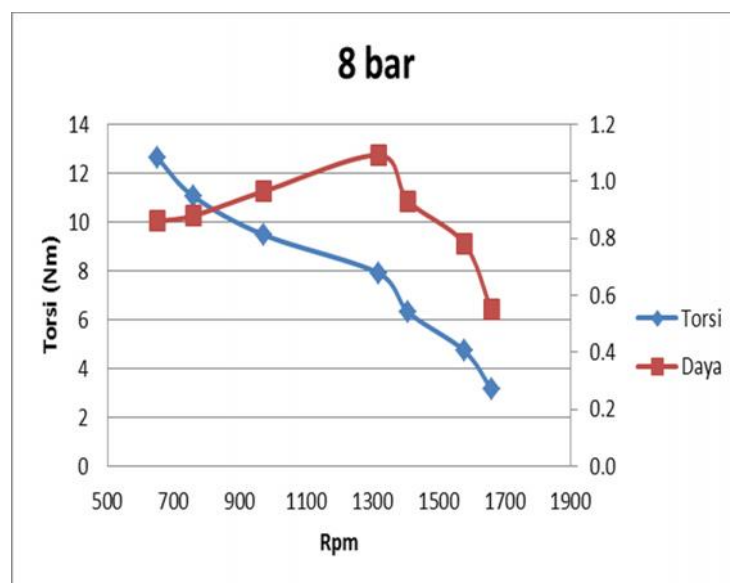


Gambar 4.11 Pengaruh Torsi Terhadap Daya Mesin Pada Pembukaan *Selenoid 5⁰* Setelah TMA.

Pada gambar 4.11 dapat dilihat bahwa daya berbanding lurus dengan torsi, semakin meningkat torsi maka semakin meningkat juga daya yang dihasilkan.

Penurunan daya pada saat torsi maksimum diimbangi peningkatan putaran mesin. Akibatnya perkalian antara torsi dan putaran tetap menghasilkan daya yang tinggi. Dapat kita lihat daya tertinggi yang dihasilkan mesin kompresi udara pada pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA adalah 1,09 Kw dengan torsi sebesar 7,90 Nm pada tekanan udara 8 bar. Dapat dilihat perbandingan torsi dengan daya yang dipengaruhi oleh putaran mesin :

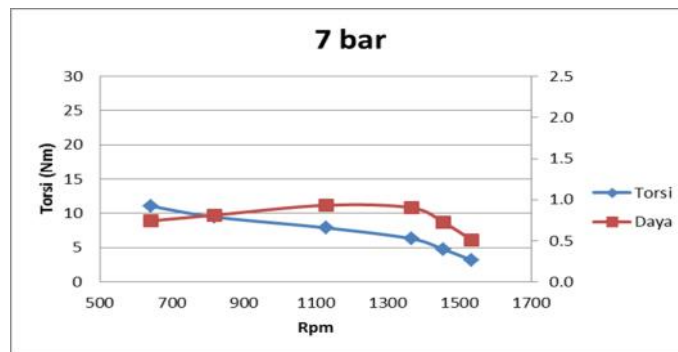
A. Tekanan Udara 8 Bar



Gambar 4.12 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 8 Bar Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

Pada gambar 4.12 di tekanan udara 8 bar, mesin kompresi udara menghasilkan daya puncak pada putaran mesin 1321 rpm dengan daya sebesar 1,09 Kw dan torsi 7,90 Nm. Setelah melewati daya puncak maka daya mesin kompresi udara turun kembali dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 1660 rpm pada daya 0,55 Kw dan torsi 3,16 Nm.

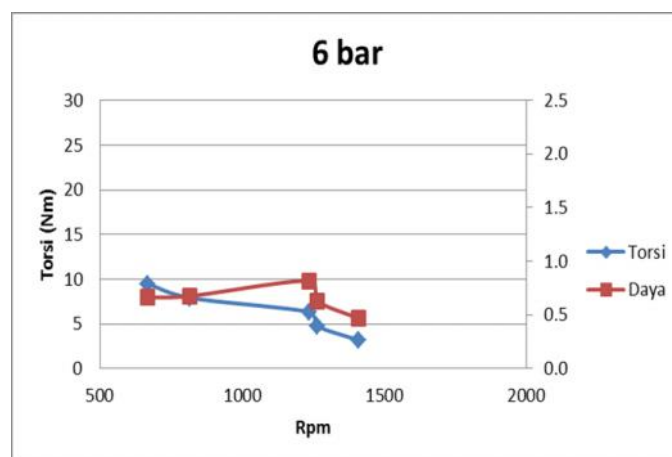
B. Tekanan Udara 7 Bar



Gambar 4.13 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 7 Bar Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

Pada gambar 4.13 tekanan udara 8 bar, mesin kompresi udara menghasilkan daya puncak pada putaran mesin 1128,50 rpm dengan daya sebesar 0,93 Kw dan torsi 7,90 Nm. Setelah melewati daya puncak maka daya mesin kompresi udara turun kembali dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 1534,50 rpm pada daya 0,51 Kw dan torsi 3,16 Nm.

C. Tekanan Udara 6 Bar

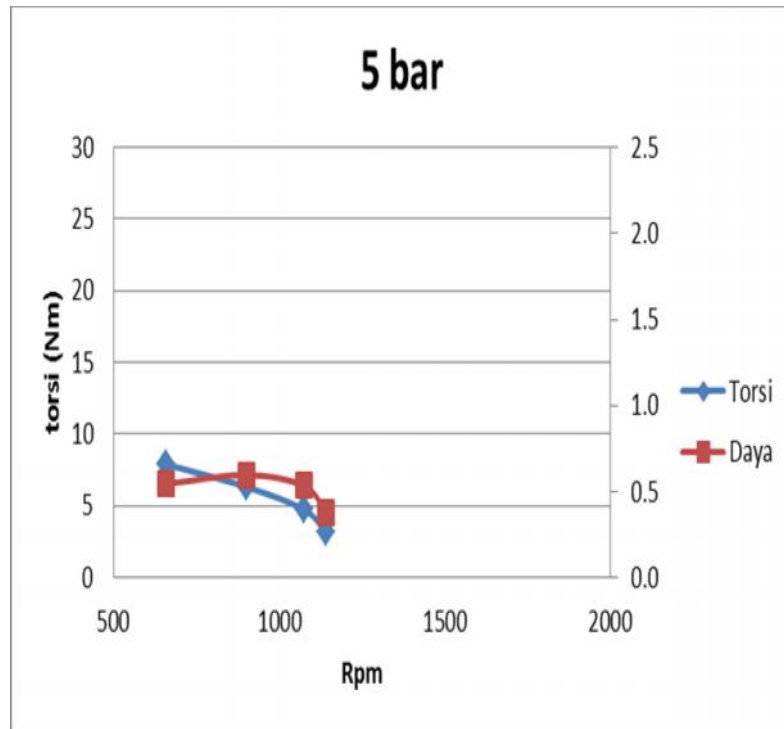


Gambar 4.14 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 6 Bar Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

Pada gambar 4.14 ditekanan udara 6 bar, mesin kompresi udara menghasilkan daya puncak pada putaran mesin 12366,50 rpm dengan

daya sebesar 0,82 Kw dan torsi 6,32 Nm. Setelah melewati daya puncak maka daya mesin kompresi udara turun kembali dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 1410,50 rpm pada daya 0,47 Kw dan torsi 3,16 Nm.

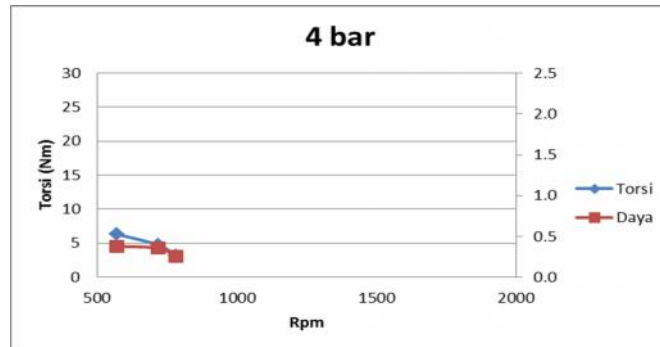
D. Tekanan Udara 5 Bar



Gambar 4.15 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 5 Bar Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

Pada gambar 4.15 ditekanan udara 5 bar, mesin kompresi udara belum mendapatkan daya puncaknya, sehingga hanya mendapatkan daya tertinggi pada putaran mesin 902,50 rpm dengan daya sebesar 0,60 Kw dan torsi 6,32 Nm yang kemudian daya mesin kompresi udara turun dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 1143 rpm pada daya 0,47 Kw dan torsi 3,16 Nm.

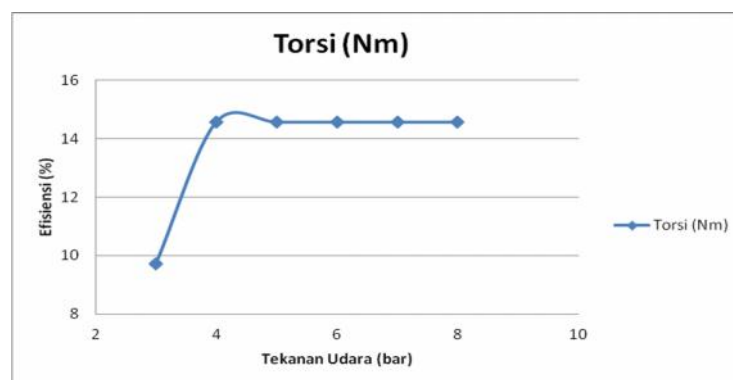
E. Tekanan Udara 4 Bar



Gambar 4.16 Perbandingan Torsi Dengan Daya Ditekanan Udara 4 Bar Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

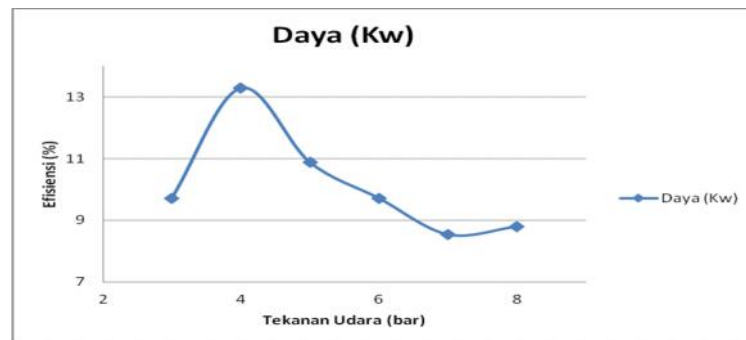
Pada gambar 4.16 ditekanan udara 4 bar, mesin kompresi udara belum menghasilkan daya puncaknya, sehingga hanya mendapatkan daya tertinggi pada putaran mesin 572 rpm dengan daya sebesar 0,38 Kw dan torsi 6,32 Nm yang kemudian daya mesin kompresi udara turun dengan diimbangi oleh turunya torsi dan meningkatnya putaran mesin yang berakhir di putaran 783 rpm pada daya 0,26 Kw dan torsi 3,16 Nm.

4.4 Efisiensi Torsi dan Daya Mesin Kompresi Udara



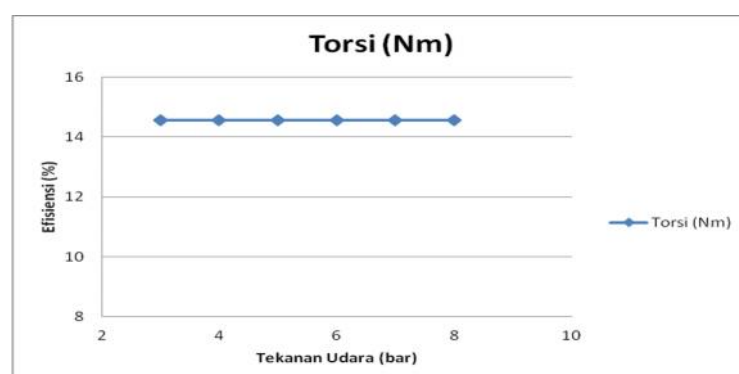
Gambar 4.17 Efisiensi Torsi Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan *Solenoid* 3⁰ Setelah TMA.

Pada gambar 4.17 efisiensi tekanan udara pada pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA terhadap torsi mesin kompresi udara terdapat pada tekanan udara 4 bar sampai 8 bar.



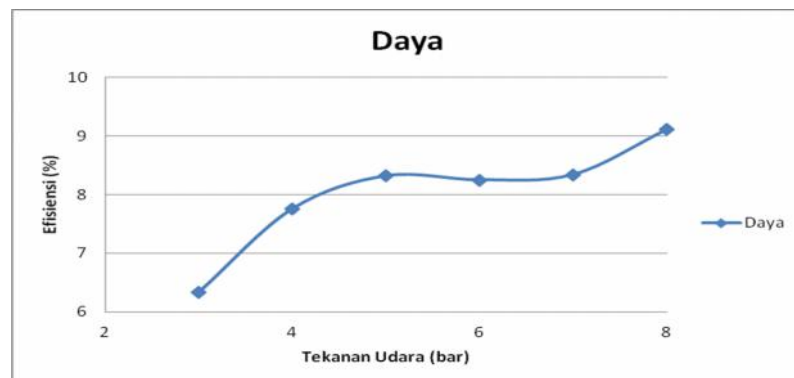
Gambar 4.18 Efisiensi Daya Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan *Solenoid* 3⁰ Setelah TMA.

Pada mesin kompresi udara efisiensi tekanan udara terhadap daya mesin kompresi udara bukan pada tekanan udara tertinggi yaitu 8 bar, tetapi efisiensi daya mesin kompresi udara terjadi pada tekanan udara 4 bar. Namun dapat dilihat sebelumnya pada gambar 4.1 bahwa pada tekanan udara 4 bar mesin belum mendapatkan daya puncaknya hanya mendapatkan daya tertinggi. Jadi efisiensi tekanan udara terhadap daya mesin terjadi pada tekanan udara 5 bar.



Gambar 4.19 Efisiensi Torsi Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

Pada gambar 4.19 efisiensi tekanan udara pada pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA terhadap torsi mesin kompresi udara terdapat pada tekanan udara 3 bar sampai 8 bar.



Gambar 4.20 Efisiensi Daya Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan *Solenoid* 5⁰ Setelah TMA.

Pada mesin kompresi udara efisiensi tekanan udara terhadap daya mesin kompresi udara terdapat pada tekanan udara tertinggi yaitu 8 bar.

4.5 Perbandingan Daya Mesin Kompresi Udara.

Berdasarkan hasil statistik uji *t*_Paired Samples, dapat dilihat perbandingan daya antara pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA dan pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA.

Dari perbandingan daya tersebut, maka daya yang paling bagus adalah pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA, hal ini dikarenakan pada pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA menghasilkan daya maksimal 1,09 Kw sedangkan pada pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA menghasilkan daya maksimal 1,07 Kw

- Analisa data T-test menggunakan software SPSS

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Derajat3	.6373	26	.24299	.04765
Derajat5	.6577	26	.24158	.04738

Berdasarkan hasil statistik uji t_Paired Samples dapat dilihat rata-rata daya pada pembukaan *selenoid* 3⁰ setelah TMA dan pembukaan *selenoid* 5⁰ setelah TMA, maka terjadi perubahan rata-rata yaitu naik dari 0,6373 menjadi 0,6577 dengan banyak percobaan yang dilakukan yaitu sebanyak 26 kali percobaan. Standar deviasi yang menunjukkan keheterogenan yang terjadi dalam data pembukaan *selenoid* 3⁰ setelah TMA dan pembukaan *selenoid* 5⁰ setelah TMA dengan nilai yaitu 0,04765 pada pembukaan *selenoid* 3⁰ setelah TMA dan 0,04738 pada pembukaan *selenoid* 5⁰ setelah TMA.

Tabel 4.2 Sampel Korelasi

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Derajat3 & Derajat5	26	.987	.000

Pada hasil uji, yaitu untuk menguji dan membuktikan perbedaan daya, apakah ada pengaruh perbedaan daya antara pembukaan *selenoid* 3⁰ setelah TMA dan pembukaan *selenoid* 5⁰ setelah TMA, terlihat bahwa nilai korelasi sebesar 0,987 yang artinya terdapat perbandingan yang signifikan.

Tabel 4.3 Uji Sampel

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Derajat3 - Derajat5	-.02038	.03842	.00753	-.03590	-.00487	-2.706	25	.012

Berdasarkan hasil uji t, kita akan melihat apakah ada perbedaan antara pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA dan pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA.

Adapun hipotesis pada pengujian sebagai berikut :

- Ho = perbandingan antara pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA dan pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA adalah signifikan.
- Hi = perbandingan antara pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA dan pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA adalah tidak signifikan.

Pengambilan Keputusan

Berdasarkan perbandingan t hitung dengan t tabel:

- Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka Ho ditolak
- Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka Ho diterima

Dari tabel hasil uji t didapat nilai $t_{hitung} = -2,706$ dan nilai $t_{tabel} = 1,708$ dengan nilai signifikan sebesar $0,000 < 0,05$. Dikarenakan nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$ dan nilai signifikan $< 0,05$ maka keputusannya Ho ditolak, yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA dan pembukaan *solenoid* 5⁰ Setelah TMA yang didapatkan pembukaan *solenoid* 5⁰ setelah TMA lebih baik dari pembukaan *solenoid* 3⁰ setelah TMA

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan pengolahan data pada kinerja mesin kompresi udara dengan pembukaan katup 3⁰ setelah TMA dan pembukaan katup 5⁰ setelah TMA. maka didapatkan:

1. Kinerja mesin dengan pembukaan *solenoid* 3⁰ sebelum TMA:
 - Daya maksimal yang mampu dihasilkan oleh mesin kompresi udara adalah 1,07 Kw dengan putaran mesin 1295,50 Rpm pada tekanan 8 bar
 - Torsi maksimal yang mampu dihasilkan oleh mesin kompresi udara adalah 12,64 Nm dengan putaran mesin 646 Rpm pada tekanan 8 bar

2. Kinerja mesin dengan pembukaan *solenoid* 5⁰ sebelum TMA:
 - Daya maksimal yang mampu dihasilkan oleh mesin kompresi udara adalah 1,09 Kw dengan putaran mesin 1321 Rpm pada tekanan 8 bar
 - Torsi maksimal yang mampu dihasilkan oleh mesin kompresi udara adalah 12,64 Nm dengan putaran mesin 650,50 Rpm pada tekanan 8 bar.

3. Dari hasil analisis T-test menggunakan software SPSS, pada mesin kompresi udara didapatkan perubahan rata-rata daya dari 0,6373 Kw pada pembukaan 3^0 sebelum TMA menjadi 0,6577 dan pada pembukaan 5^0 sebelum TMA. Terlihat nilai korelasi sebesar 0.987 Kw yang artinya terdapat pengaruh yang signifikan antara sudut pembukaan 3^0 sebelum TMA dengan pembukaan 5^0 sebelum TMA.
4. Berdasarkan daya yang didapat setelah percobaan, maka untuk selanjutnya mesin kompresi udara ini dapat digunakan untuk jenis kendaraan sepeda motor dengan kapasitas 1 penumpang.

5.2 Saran

Penelitian ini masih memiliki kekurangan, yaitu pada saat piston bergerak dari TMB menuju ke TMA mesin mengalami langkah kompresi yang dikarenakan tidak adanya katup buang.

Penulis menyarankan bahwa alat yang digunakan dapat dikembangkan lagi untuk penelitian selanjutnya, pengembangan yang dilakukan adalah dengan menggunakan 1 buah *solenoid* sebagai katup buang untuk mengurangi daya kompresi yang tertahan pada saat piston bergerak dari TMB menuju TMA yang diharapkan agar dapat meningkatkan daya dan torsi yang dihasilkan oleh mesin tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Arends, BPM. Motor Bensin. Jakarta: Erlangga. 1997.

Hidayat, Wahyu. Motor Bensin Modern. Jakarta: Rineka Cipta. 2012.

http://bmkg.go.id/bmkg_pusat/Klimatologi/InformasiKAH.bmkg diakses 20 Februari 2014, pukul 15.00.

Krist, Thomas. Dasar-Dasar Pneumatik. Jakarta: Erlangga. 1993.

Sularso, Kiyokatsu Suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita. 1991.

Tahara, Haruo dan Sularso. Pompa dan Kompresor. Jakarta: PT. Pradnya Paramita. 2000.

Yung Huang, Chih, *et. al. Experimental Investigation on the Performance of a Compressed-Air Driven Piston Engine. Energies* 2013.

Lampiran 1

**Tabel Torsi Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan *Solenoid 3⁰*
Setelah TMA**

Torsi (Nm)						
Rem / Angin (bar)	Tekanan Udara (bar)					
	8	7	6	5	4	3
0.4	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16
0.6	4.74	4.74	4.74	4.74	4.74	
0.8	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32	
1	7.90	7.90	7.90	7.90		
1.2	9.48	9.48	9.48			
1.4	11.06	11.06				
1.6	12.64					

Lampiran 2

**Tabel Torsi Mesin Kompresi Udara Pada Pembukaan *Solenoid 5⁰*
Setelah TMA**

Torsi (Nm)						
Rem / Angin (bar)	Tekanan Udara (bar)					
	8	7	6	5	4	3
0.4	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16
0.6	4.74	4.74	4.74	4.74	4.74	4,74
0.8	6.32	6.32	6.32	6.32	6.32	
1	7.90	7.90	7.90	7.90		
1.2	9.48	9.48	9.48			
1.4	11.06	11.06				
1.6	12.64					

Lampiran 3

**Tabel Efisiensi Torsi dan Daya Mesin Tenaga Kompresi Udara Pada
Pembukaan *Solenoid 3⁰* Setelah TMA.**

Tekanan angin (bar)	Percobaan (aktual)		Teoritis (ideal)		Efisiensi %	
	Torsi (Nm)	Daya (Kw)	Torsi (Nm)	Daya (Kw)	Torsi (Nm)	Daya (Kw)
8	12.64	1.07	86.76	12.19	14.57	8.79
7	11.06	0.84	75.91	9.87	14.57	8.53
6	9.48	0.74	65.07	7.60	14.57	9.71
5	7.90	0.61	54.22	5.57	14.57	10.89
4	6.32	0.38	43.38	2.86	14.57	13.30
3	3.16	0.11	32.53	1.12	9.71	9.71

Perhitungan Efisiensi

$$\eta = \frac{\text{Data percobaan (aktual)}}{\text{Data teoritis (ideal)}} \times 100\%$$

Lampiran 4

**Tabel Efisiensi Torsi dan Daya Mesin Tenaga Kompresi Udara Pada
Pembukaan *Selenoid* 5⁰ Setelah TMA**

Tekanan angin (bar)	Percobaan (aktual)		Teoritis (ideal)		Efisiensi %	
	Torsi (Nm)	Daya (Kw)	Torsi (Nm)	Daya (Kw)	Torsi (Nm)	Daya (Kw)
8	12.64	1.09	86.76	12.00	14.57	9.11
7	11.06	0.93	75.91	11.19	14.57	8.34
6	9.48	0.82	65.07	9.92	14.57	8.25
5	7.90	0.60	54.22	7.18	14.57	8.32
4	6.32	0.38	43.38	4.88	14.57	7.75
3	4.74	0.17	32.53	2.67	14.57	6.33

Perhitungan Efisiensi

$$\eta = \frac{\text{Data percobaan (aktual)}}{\text{Data teoritis (ideal)}} \times 100\%$$

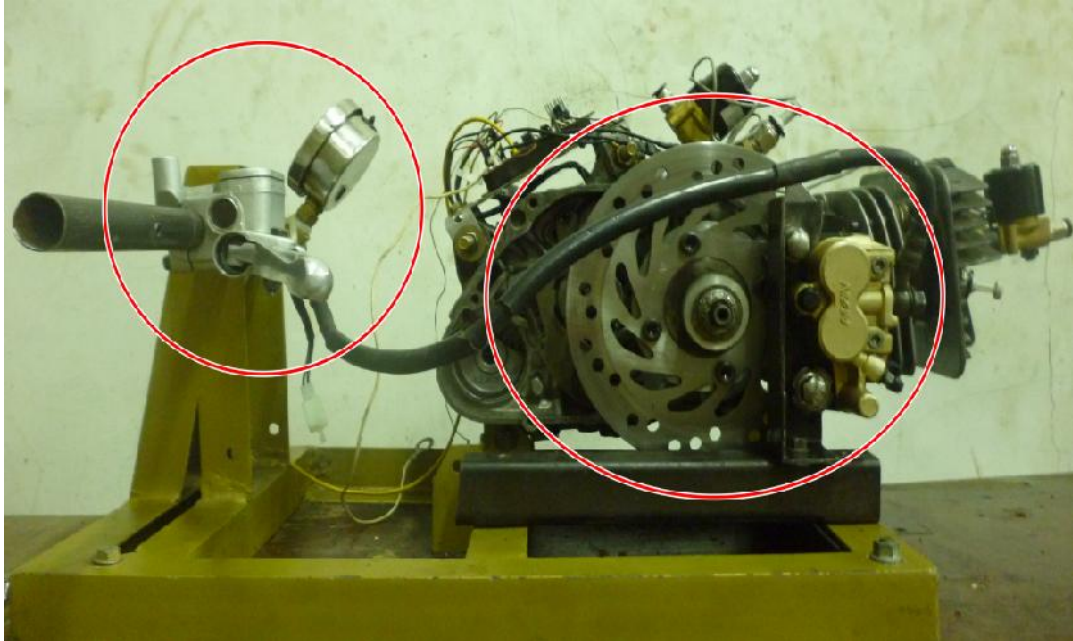
Lampiran 5

Gambar Mesin Tenaga Kompresi Udara



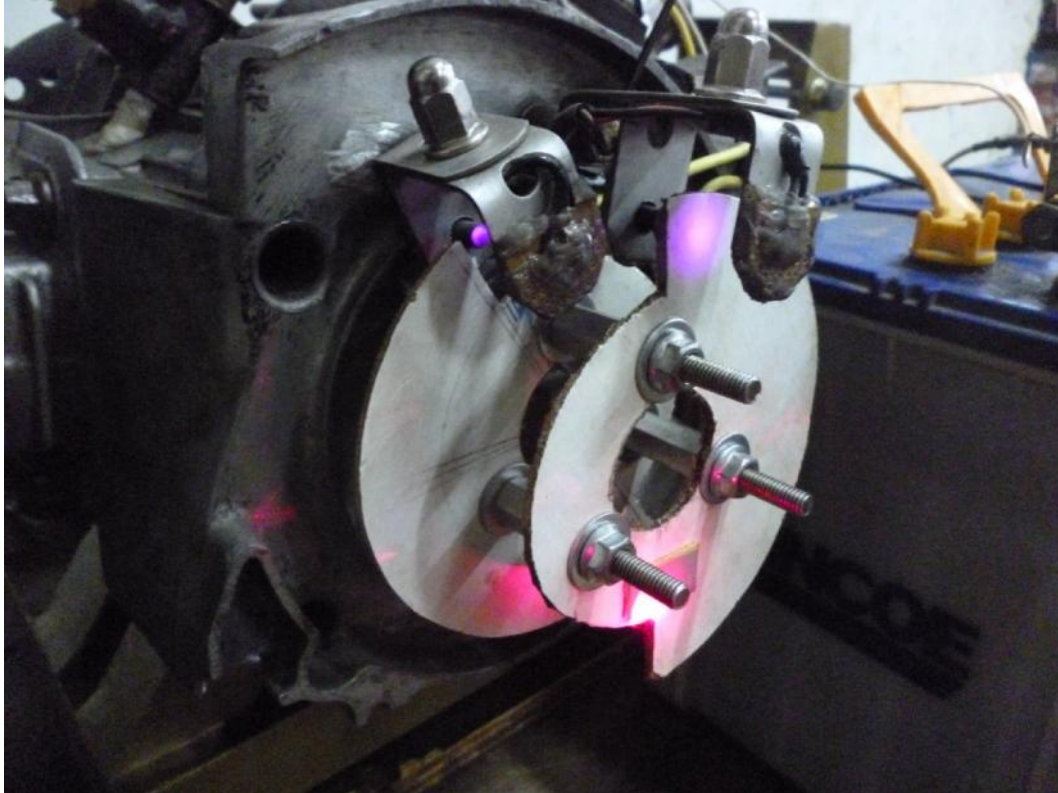
Lampiran 6

Gambar Alat Ukur *Pronny Brake*



Lampiran 7

Gambar Papan Cakram Pengaturan Derajat Buka Tutup *Selenoid*



RIWAYAT HIDUP PENULIS



Furqon Bastian, lahir di Bogor pada tanggal 25 Desember 1990. Anak ketiga dari empat bersaudara dari Bapak Maskun Sutoko dan Ibu Suryanah. Bertempat tinggal di Jalan Bhakti Abri Rt 001 Rw 09 Kel/Kec Tapos, Depok. Okon, panggilan akrab penulis. Penulis menempuh pendidikan di SDN Sindangkarsa I selama 6 tahun, lulus dari SMP Taruna Bhakti Kota Depok pada tahun 2006 lalu melanjutkan tingkat sekolah menengah atas di SMKN 1 DEPOK dan melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Negeri Jakarta, Fakultas Teknik, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin pada tahun 2009.