



**PERBANDINGAN PERFORMA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR MOTOR  
DIESEL SATU SILINDER DENGAN VARIASI TEKANAN INJEKSI  
BAHAN BAKAR DAN VARIASI CAMPURAN BAHAN BAKAR SOLAR,  
MINYAK KELAPA DAN MINYAK KEMIRI**

**SKRIPSI**

**Diajukan dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1  
untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan**

**Oleh**

**Sudik**

**5201408003**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2013**

## ABSTRAK

Sudik. 2012. *Perbandingan Performa Dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Diesel Satu Silinder Dengan Variasi Tekanan Injeksi Bahan Bakar Dan Variasi Campuran Bahan Bakar Solar, Minyak Kelapa Dan Minyak Kemiri*. Skripsi. Pendidikan Teknik Mesin S1. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Motor diesel adalah salah satu dari *internal combustion engines* (mesin pembakaran dalam). Berdasarkan penelitian dan pengalaman motor diesel cenderung lebih rendah polusinya dibanding dengan motor bensin. Umumnya bahan bakar tersebut berasal dari sumber daya alam (SDA) seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam.

Penelitian ini dilakukan untuk meneliti pengaruh perbedaan tekanan injeksi terhadap besarnya torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel satu silinder dengan campuran bahan bakar solar, minyak kelapa dan minyak kemiri. Motor diesel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Diesel Engine Test Bed* dengan spesifikasi sebagai berikut: Motor Diesel : merk Dong Feng, 4 langkah, 1 silinder, volume 997 cc, 16 bhp/2200 rpm. Generator AC : out put 10 kVA, 3 fase, 400 volt, 10 amper, 1500 rpm. Dinamometer: berupa panel beban terdiri 60 buah lampu masing-masing 100 watt dirangkai dalam 3 fase. Peralatan pendukung : tachometer, stop watch, gelas ukur dan burret, *tool set*.

Obyek utama dalam penelitian ini yaitu motor diesel satu silinder yang mampu menghasilkan torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel satu silinder. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah campuran perbandingan antara minyak solar dikombinasikan dengan minyak kelapa dan minyak kemiri. Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah unjuk kerja motor diesel yang meliputi besarnya torsi, daya dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel satu silinder.

Data yang diperoleh dari pengujian dan perhitungan menunjukkan ada perbedaan unjuk kerja motor diesel satu silinder yang menggunakan campuran bahan bakar: solar + minyak kemiri, campuran: solar + minyak kelapa, campuran: solar + minyak kemiri + minyak kelapa, dibanding yang hanya menggunakan solar murni. Semakin tinggi konsentrasi minyak nabati didalam campuran, semakin menurun unjuk kerja motor diesel. Minyak kelapa dan minyak kemiri dapat dijadikan sebagai bahan alternatif untuk dicampur dengan solar dalam campuran tertentu, untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar yang relatif sama seperti jika menggunakan solar murni, prosentase minyak kelapa dan minyak kemiri tidak melebihi 15 % karena apabila lebih dari 15 % maka konsumsi bahan bakar akan semakin boros sehingga daya dan torsi akan mengalami penurunan.

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Sudik  
NIM : 5201408003  
Program studi : Pendidikan Teknik Mesin S1  
Judul : Perbandingan Performa dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Diesel Satu Silinder dengan Variasi Tekanan Injeksi Bahan Bakar dan Variasi Campuran Bahan Bakar Solar, Minyak Kelapa dan Minyak Kemiri.

Telah dipertahankan di depan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian,

Ketua : Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd. (.....)  
NIP. 19620913 199102 1 001

Sekretaris : Drs. Aris Budiyo, MT. (.....)  
NIP. 19670405 199402 1 001

Dewan Penguji,

Pembimbing I : Drs. Abdurrahman, M.Pd. (.....)  
NIP. 19600903 198503 1 002

Pembimbing II : Widya Aryadi, ST,MT. (.....)  
NIP. 19720910 199903 1 001

Penguji Utama : Drs. Ramelan, MT. (.....)  
NIP. 19500915 197603 1 002

Penguji pendamping I : Drs. Abdurrahman, M.Pd. (.....)  
NIP. 19600903 198503 1 002

Penguji pendamping II : Widya Aryadi, ST,MT. (.....)  
NIP. 19720910 199903 1 001

Ditetapkan di Semarang  
Tanggal :

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd.  
NIP. 19660215 199102 1 001

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin dan hari esok harus lebih baik dari hari ini.
2. Pengalaman adalah guru yang paling baik
3. Sesungguhnya didalam permasalahan pasti ada jalan keluar
4. Kunci sukses dalam hidup ini adalah kerja keras, tekun dan pantang menyerah serta rajin bardo'a.

### **PERSEMBAHAN**

Atas ridhoMu ya Allah kupersembahkan skripsi ini kepada:

1. Ibu dan ayah tercinta yang selalu memberikan semangat, dorongan dan do'a.
2. Adikku Ahmad Hidayat yang sangat saya sayangi dan saya banggakan.
3. Teman-temanku kost Wisma Sukses yang baik hati dan tidak sombong.

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan.

Dengan telah selesainya skripsi ini, kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
2. Bapak Drs. M Khumaedi, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Bapak Drs. Abdurrahman, MPd seblaku dosen pembimbing I dalam penulisan Skripsi.
4. Bapak Widya Aryadi, ST,MT selaku dosen pembimbing II dalam penulisan Skripsi.
5. Drs. Ramelan, MT, selaku dosen penguji yang selalu memberikan masukan dalam hal skripsi.
6. Teman-teman Pend. Teknik Mesin S1 '08
7. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, bantuan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.

Yang telah membantu kami dalam proses penyelesaian skripsi ini dalam bentuk bantuan moral maupun material baik langsung maupun tak langsung semoga amal

perbuatan bapak dan teman-teman semua mendapat pahala dari Allah SWT. Akhirnya mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat dan kami selalu terbuka dengan saran dan kritik dari pembaca sehingga dapat menjadi pengalaman yang lebih baik dimasa mendatang.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Semarang, Januari 2013

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan dan Perumusan Masalah.....	2
C. Penegasan Istilah .....	3
D. Tujuan dan Manfaat .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS</b>	
A. Motor Diesel.....	7
B. Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik ( <i>sfc</i> ).....	19
C. Kerangka Berfikir.....	21
D. Hipotesis.....	23

### BAB III METODE PENELITIAN

A. Desain Experimen .....	24
B. Obyek Penelitian .....	25
C. Alur Penelitian.....	27
D. Alat dan Bahan .....	28
E. Langkah-langkah Penelitian.....	39
F. Analisis Data .....	31

### BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian .....	33
B. Pembahasan .....	58

### BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan .....	62
B. Saran.....	62

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Diagram Pembakaran Motor Diesel.....	10
Gambar 2. Alur Penelitian.....	27
Gambar 3. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	45
Gambar 4. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	45
Gambar 5. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	46
Gambar 6. Grafik perbandingan beban. torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	46
Gambar 7. Grafik perbandingan beban. torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	47
Gambar 8. Grafik perbandingan beban. torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan	

injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	47
Gambar 9. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	48
Gambar 10. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	48
Gambar 11. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	49
Gambar 12. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	49
Gambar 13. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	50
Gambar 14. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	50
Gambar 15. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan	

injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	51
Gambar 16. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	51
Gambar 17. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	52
Gambar 18. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	52
Gambar 19. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	53
Gambar 20. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	53
Gambar 21. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	54
Gambar 22. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 %	

	dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	54
Gambar 23.	Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	55
Gambar 24.	Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	55
Gambar 25.	Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	56
Gambar 26.	Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	56
Gambar 27.	Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	57
Gambar 28.	Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	57

Gambar 29. Grafik perbandingan beban, torsi dan daya mesin antara  
minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 %  
dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup> ..... 58

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Batasan sifat bahan bakar solar menurut Ditjen Migas.....	13
Tabel 2. Konsumsi bahan bakar minyak solar, minyak kemiri, minyak kelapa ...	26
Tabel 3. Data Eksperimen Solar 100 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> ...	33
Tabel 4. Data Eksperimen Solar 100 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> ...	33
Tabel 5. Data Eksperimen Solar 100 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> ....	33
Tabel 6. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	33
Tabel 7. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 120kg/cm <sup>2</sup> .....	34
Tabel 8. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	34
Tabel 9. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	34
Tabel 10. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	34
Tabel 11. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	34
Tabel 12. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kelapa 15 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	35
Tabel 13. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kelapa 15 % dengan	

Tekana Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	35
Tabel 14.Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kelapa 15 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	35
Tabel 15.Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kemiri 5 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	35
Tabel 16.Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kemiri 5 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	35
Tabel 17.Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kemiri 5 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	36
Tabel 18.Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 10 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	36
Tabel 19.Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 10 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	36
Tabel 20.Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 10 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	36
Tabel 21.Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 15 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	36
Tabel 22.Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 15 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	37
Tabel 23.Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 15 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	37

Tabel 24. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	37
Tabel 25. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	37
Tabel 26. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	37
Tabel 27. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 10 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	38
Tabel 28. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 10 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	38
Tabel 29. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 10 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	38
Tabel 30. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	38
Tabel 31. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	38
Tabel 32. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	39
Tabel 33. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 100 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	39
Tabel 34. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak	



solar 100 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	39
Tabel 35. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak	
solar 100 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	39
Tabel 36. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak	
solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan	
injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	39
Tabel 37. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak	
solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan	
injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	40
Tabel 38. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak	
solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan	
injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	40
Tabel 39. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak	
solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan	
injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	40
Tabel 40. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak	
solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan	
injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	40
Tabel 41. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak	
solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan	
injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	40

Tabel 42. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	40
Tabel 43. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	41
Tabel 44. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	41
Tabel 45. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	41
Tabel 46. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	41
Tabel 47. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	41
Tabel 48. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	42

Tabel 49. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	42
Tabel 50. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	42
Tabel 51. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	42
Tabel 52. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	42
Tabel 53. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	42
Tabel 54. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	43
Tabel 55. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	43

Tabel 56. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	43
Tabel 57. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	43
Tabel 58. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	43
Tabel 59. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	44
Tabel 60. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm <sup>2</sup> .....	44
Tabel 61. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm <sup>2</sup> .....	44
Tabel 62. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm <sup>2</sup> .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Perhitungan Data Penelitian .....	96
2. Dokumentasi Penelitian .....	97

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

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

Motor diesel adalah salah satu dari *internal combustion engines* (mesin pembakaran dalam). Berdasarkan penelitian dan pengalaman motor diesel cenderung lebih rendah polusinya dibanding dengan motor bensin. Umumnya bahan bakar tersebut berasal dari sumber daya alam (*SDA*) seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam.

Tingginya konsumsi bahan bakar dan kadar polusi dari kendaraan bermotor pada dasarnya dapat dikendalikan dan dikurangi. Salah satu cara yang paling tepat adalah dengan cara memperbaiki proses pembakaran yang terjadi di dalam mesin. Cara-cara yang dapat dilakukan antara lain dengan perbaikan mutu bahan bakar, homogenitas campuran bahan bakar dan mengatur saat pembakaran yang tepat.

Salah satu syarat agar campuran lebih homogen adalah bahan bakar harus mudah menguap. Selain memperbaiki sistem pembakaran, kualitas dari bahan bakar dapat ditingkatkan dengan cara mencampur bahan bakar solar, minyak kelapa dan minyak kemiri.

Beberapa karakteristik kandungan minyak kelapa dan minyak kemiri sebagian lebih tinggi dan sebagian yang lain lebih rendah dari spesifikasi yang terdapat pada minyak solar sehingga apabila dilakukan penyampuran dengan perbandingan tertentu akan terdapat perbedaan performa/prestasi mesin berupa: daya, torsi dan konsumsi

bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel. Pentingnya penghematan terhadap bahan bakar motor diesel yang menghasilkan pembakaran yang ideal dan rendah emisi berarti turut mengurangi pemborosan energi dan melindungi lingkungan hidup dari pencemaran. Melihat latar belakang masalah diatas maka peneliti memilih judul “PERBANDINGAN PERFORMA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL SATU SILINDER DENGAN VARIASI TEKANAN INJEKSI BAHAN BAKAR DAN VARIASI CAMPURAN BAHAN BAKAR SOLAR, MINYAK KELAPA DAN MINYAK KEMIRI”.

## **B. Pembatasan dan Perumusan Masalah**

### **1. Pembatasan Masalah**

Motor diesel dalam pembakarannya sangat dipengaruhi oleh konsentrasi campurannya. Minyak solar yang pada umumnya digunakan sebagai bahan bakar utama pada motor diesel dicampur dengan minyak kelapa dan minyak kemiri dengan prosentase perbandingan tertentu maka akan memperoleh hasil dari performa/prestasi mesin diantaranya adalah besarnya daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*).

### **2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas timbul dua permasalahan yang peneliti kemukakan yaitu:

- a. Bagaimana torsi, daya mesin diesel dan tekanan efektif rata-rata (*b<sub>mep</sub>*) dengan menggunakan campuran bahan bakar solar, minyak kelapa dan minyak kemiri.
- b. Bagaimana konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel satu silinder dengan campuran bahan bakar solar, minyak kelapa dan minyak kemiri.

### **C. Penegasan Istilah**

Agar tidak terjadi salah penafsiran, dalam penelitian ini ada beberapa istilah yang perlu dijelaskan, sehingga penulis perlu mempertegas maksud dalam judul “PERBANDINGAN PERFORMA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL SATU SILINDER DENGAN VARIASI TEKANAN INJEKSI BAHAN BAKAR DAN VARIASI CAMPURAN BAHAN BAKAR SOLAR, MINYAK KELAPA, DAN MINYAK KEMIRI”.

#### **1. Performa Motor Diesel**

Performa adalah hasil tindakan untuk mengetahui kemampuan yang diperlihatkan akibat tindakan tersebut. Kemampuan tersebut adalah daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel.

#### **2. Motor Diesel Satu Silinder**

Motor diesel satu silinder merupakan mesin pembakaran dalam dengan metode penyalan menggunakan panas kompresi dan memiliki jumlah satu silinder.



### 3. Tekanan Injeksi Bahan Bakar

Fungsi pompa injeksi adalah membagi bahan bakar dengan jumlah yang tepat dan menekannya pada saat yang tepat dibawah tekanan tinggi nosel-nosel yang menyembrotkan bahan bakar ke silinder-silinder motor (Daryanto, 2001; 134). Pekerjaan yang biasa dilakukan pada perawatan pompa injeksi adalah antara lain: menyetel saat injeksi, mengisi bahan bakar dan mengeluarkan udara serta mengkalibrasi.

### 4. Minyak Solar

Solar memiliki komposisi pokok yaitu *alpha methyl naphthalene* ( $C_{16} H_7 CH_3$ ) dan *polyolifin* ( $C_{16} H_{32}$ ) masing-masing adalah unsur yang mudah dan sulit berdetonasi. Karakteristik ideal bahan bakar solar yaitu viskositas sempurna (tidak tinggi dan tidak terlalu rendah prosentase air, abu, belerang dan sisa-sisa karbon harus rendah).

Makin tinggi cetane number semakin mudah suatu solar untuk dibakar. Bahan bakar solar biasanya dipakai untuk motor-motor diesel putaran tinggi (diatas 1000 Rpm) dan juga digunakan pada pembakaran langsung yang membutuhkan pembakaran bersih. Solar juga biasa disebut sebagai gas oil, *Automotive Diesel Oil* atau *High Speed Diesel* (Sukoco dan Arifin; 2009; 107).

### 5. Minyak Kemiri

Biji kemiri mengandung minyak 6 %, kecuali itu mengandung asam *palmitat* 4,38 %, asam *stearat* 3,93 %, asam *oleat* 26,23 %, asam *lenoleat* 39,62

%, asam *linolenat* 20,76 %, dan asam *arachidat* 0,08 %. Proses pengolahan minyak kemiri meliputi pembersihan, penyortiran, penghalusan daging biji kemiri, pemanasan, pengempaan, dan pemurnian. Efisiensi thermal minyak hasil ekstraksi biji kemiri sekitar 30 % - 65 % dengan nilai kalor 10.823 kkal/kg.

#### 6. Minyak Kelapa

Minyak kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau bahan campuran minyak solar karena terdapat asam-asam yang mengandung unsur karbon sebagai salah satu komponen pembakaran dengan nilai kalor 8.872 kkal/kg. Tiga macam asam tersebut adalah asam *oleic*, asam *linoleic*, dan asam *lauric*. Ada karakteristik penting campuran minyak kelapa dengan minyak solar:

- a). berat jenis dan viskositas sedikit lebih tinggi dari pada minyak solar, b).
- memiliki angka setana lebih rendah dari pada minyak solar, c).
- nilai panas atau nilai kalor relatif lebih rendah dari pada minyak solar.

### **D. Tujuan dan Manfaat**

#### 1. Tujuan

Berdasarkan rumusan permasalahan di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Meneliti pengaruh perbedaan tekanan injeksi terhadap besarnya torsi, daya dan *b<sub>mep</sub>* pada motor diesel satu silinder dengan campuran bahan bakar solar, minyak kelapa dan minyak kemiri.

- b. Meneliti besarnya konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel satu silinder dengan campuran bahan bakar solar, minyak kelapa dan minyak kemiri.

## 2. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Mendapatkan tekanan nossel (*injeksi*) yang optimal dari minyak kelapa dan minyak kemiri sebagai campuran bahan bakar solar.
- b. Untuk memberikan refrensi pengalaman, pengetahuan dan wawasan bagi mahasiswa dalam meneliti suatu bahan yang kurang bernilai menjadi pruduk yang bermanfaat dan berkualitas.

## BAB II

### LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

#### A. Motor Diesel

Motor bakar adalah mesin kalor dimana gas panas diperoleh dari proses pembakaran didalam mesin itu sendiri dan langsung dipakai untuk melakukan kerja mekanis, yaitu menjalankan mesin tersebut (Arismunandar dan Tsuda; 2008; 5).

Motor diesel (*diesel engines*) merupakan salah satu bentuk motor pembakaran dalam (*internal combustion engines*) di samping motor bensin dan turbin gas. Motor diesel disebut dengan motor penyalaan kompresi (*compression ignition engines*) karena penyalaan bahan bakarnya diakibatkan oleh suhu kompresi udara dalam ruang bakar. Cara pembakaran dan pengatomisasian (*atomizing*) bahan bakar pada motor diesel tidak sama dengan motor bensin.

#### Prinsip Kerja Motor Diesel 4 Langkah

Pada motor diesel 4 langkah, katup masuk dan katup buang digunakan untuk mengontrol proses pemasukan dan pembuangan gas dengan membuka dan menutup saluran masuk dan saluran buang.

##### 1. Langkah Isap

Pada langkah ini, piston bergerak dari TMA ke TMB, katup isap membuka dan katup buang menutup sehingga udara segar masuk ke dalam silinder akibat adanya kevakuman melalui intake manifold.

## 2. Langkah Kompresi

Pada langkah kompresi, katup masuk dan katup buang tertutup, udara yang sudah masuk kedalam silinder akan ditekan oleh piston yang bergerak dari TMB ke TMA. Perbandingan kompresi pada motor diesel berkisar antara 1:15 sampai 1:22. Akhir langkah kompresi injektor menyemprotkan bahan bakar ke dalam udara panas yang tekanannya dapat mencapai 40 bar.

## 3. Langkah Usaha

Diikuti oleh pembakaran tertunda, pada awal langkah usaha bahan bakar yang sudah teratomisasi akan terbakar sebagai hasil pembakaran langsung dan membakar hampir seluruh bahan bakar. Tenaga yang dihasilkan pada langkah usaha ini sebagian disimpan dalam *flywheel* untuk melanjutkan proses kerja motor selanjutnya.

## 4. Langkah Buang

Katup masuk masih tertutup dan katup buang terbuka. Piston bergerak dari TMB menuju TMA sehingga mendorong gas sisa pembakaran (gas buang) keluar melalui katup buang yang terbuka. Akhir langkah buang katup masuk terbuka sehingga udara segar masuk ke dalam silinder dan ikut mendorong gas buang keluar.

Motor diesel dan motor bensin tidak banyak berbeda dalam hal layoutnya, keduanya mempunyai engkol penggerak, mekanisme katup, rangka pendingin, sistem pelumasan dan lain sebagainya. Perencanaan motor diesel dibagi dalam dua model, dilengkapi dengan peralatan injeksi bahan bakar dan perencanaan komponen yang besar untuk dapat menahan muatan besar yang diakibatkan tekanan pembakaran yang besar, motor diesel sering lebih berat dalam hubungan ke tenaga motor, sekitar 7 kg membangun per kW kira-kira setengah untuk motor bensin, menjaga ukuran dan

pengurangan berat komponen tersendiri motor diesel dibuat bahan yang kuat (Daryanto; 2008; 138).

Suhu dan tekanan udara dalam silinder yang cukup tinggi maka partikel-partikel bahan bakar akan menyala dengan sendirinya sehingga membentuk proses pembakaran. Agar bahan bakar solar dapat terbakar sendiri, maka diperlukan rasio kompresi 15-22 dan suhu udara kompresi kira-kira 600 °C pada tekanan kompresi 20-40 bar. Dibandingkan dengan motor bensin, gas buang motor diesel tidak banyak mengandung komponen yang beracun sehingga banyak diminati oleh masyarakat.

#### 1. Pembakaran

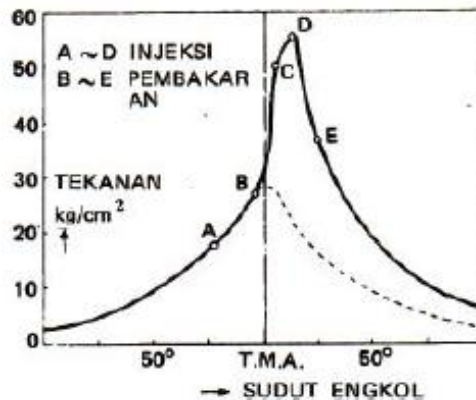
Pembakaran adalah reaksi kimia dari unsur-unsur bahan bakar dengan zat asam yang kemudian menghasilkan panas yang disebut *heat energy*. Oleh karena itu pada setiap pembakaran diperlukan bahan bakar, zat asam dan suhu yang cukup tinggi untuk awal mulanya pembakaran.

Proses pembakaran pada motor diesel tidak berlangsung sekaligus melainkan membutuhkan waktu dan berlangsung dalam beberapa tahapan. Disamping itu penyemprotan bahan bakar juga tidak dapat dilaksanakan sekaligus, tetapi berlangsung antara 30-40 derajat sudut engkol. Dalam hal ini tekanan udara akan naik selama langkah kompresi berlangsung (Kristanto dan Tirtoatmodjo, 2000; 8).

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai reaksi (*oksidasi*) yang berlangsung sangat cepat (0,001-0,002 detik) disertai pelepasan energi. Ada tiga klasifikasi kecepatan pembakaran, yaitu: 1). *Explosive* adalah proses pembakaran dengan laju pembakaran sangat cepat dan tidak menampakkan adanya gelombang

ledakan, 2). *Deflagration* yaitu pembakaran dengan perambatan api *subsonic*. 3).

*Detonation* adalah pembakaran dengan perambatan api *supersonic*.



Gambar 1. Diagram Pembakaran Motor Diesel

Tahapan Pembakaran Pada Motor Diesel :

a. Pembakaran Tertunda (A-B)

Tahap ini merupakan tahap persiapan pembakaran. Bahan bakar disemprotkan oleh injektor berupa kabut ke udara panas dalam ruang bakar sehingga menjadi campuran yang mudah terbakar. Tahap ini bahan bakar belum terbakar atau dengan kata lain pembakaran belum dimulai. Pembakaran dimulai pada titik B, peningkatan tekanan terjadi secara konstan, karena piston terus bergerak menuju TMA.

b. Rambatan Api (B-C)

Campuran yang mudah terbakar telah terbentuk dan merata diseluruh bagian dalam ruang bakar. Awal pembakaran mulai terjadi di beberapa bagian dalam silinder. Pembakaran ini berlangsung sangat cepat sehingga terjadilah letupan (*explosive*). Letupan ini berakibat tekanan dalam silinder meningkat

dengan cepat. Akhir tahap ini disebut tahap pembakaran letupan dengan tekanan 30 kg/cm<sup>2</sup>.

c. Pembakaran Langsung (C-D)

Injektor terus menyemprotkan bahan bakar dan terakhir pada titik D karena injeksi bahan bakar terus berlangsung didalam udara yang bertekanan dan bersuhu tinggi, maka bahan bakar yang di injeksi akan langsung terbakar. Tahap ini pembakaran dikontrol oleh jumlah bahan bakar yang diinjeksikan, sehingga tahap ini disebut tahap pengontrolan pembakaran.

d. Pembakaran Lanjutan (D-E)

Dititik D, injeksi bahan bakar berhenti, namun bahan bakar masih ada yang belum terbakar. Periode ini sisa bahan bakar diharapkan akan terbakar seluruhnya. Apabila tahap ini terlalu panjang akan menyebabkan suhu gas buang meningkat dan efisiensi pembakaran berkurang (Rabiman dan Arifin; 2011: 8).

Beberapa penyebab terjadinya tertundanya pembakaran disebabkan jenis dan kualitas bahan bakar, temperatur udara yang dikompresikan, turbulensi udara, sistem pengabutan yang tidak sempurna, kondisi injektor yang tidak layak pakai, dan kerja pompa injeksi yang kurang baik.

2. Minyak Solar

Minyak solar adalah bahan bakar minyak hasil sulingan dari minyak bumi mentah, bahan bakar ini mempunyai warna kuning coklat yang jernih. Minyak solar ini biasa digunakan sebagai bahan bakar pada semua jenis motor diesel dan juga sebagai bahan bakar untuk pembakaran langsung didalam dapur-dapur kecil



yang menghendaki hasil pembakaran yang bersih. Minyak ini sering disebut juga sebagai gas oil, ADO, HSD, atau Dieseline. Temperatur biasa, artinya pada suhu kamar tidak menguap dan titik nyalanya jauh lebih tinggi dari pada bahan bakar bensin.

Kualitas solar dinyatakan dengan angka setana atau *cetane number* (CN). Bilangan setana yaitu besar prosentase volume *normal cetane* dalam campurannya dengan *methylnaphthalene* yang menghasikan karakteristik pembakaran yang sama dengan solar. Secara umum solar dapat di klasifikasikan sebagai berikut: (1) *Light Diesel Fuel (LDF)* mempunyai CN=50, (2) *Medium Diesel Fuel (MDF)* mempunyai CN=50, dan (3) *Heavy Diesel Fuel (HDF)* mempunyai CN=35.

LDF dan MDF sering dikatakan sebagai solar no.1 dan 2. Kedua jenis solar ini sebenarnya letak perbedaanya adalah pada efek pelumasannya saja. LDF dalam hal ini lebih encer, jernih, dan ringan, sedang MDF lebih gelap, berat dan dalam pemakaiannya dalam motor bakar diperlukan syarat-syarat khusus.

Bahan bakar diesel biasa juga disebut dengan *light oil* atau solar, yaitu suatu campuran dari hidrokarbon yang telah didestilasi setelah bensin dan minyak tanah dari minyak mentah pada temperatur 200°C sampai 340°C. Bahan bakar jenis ini atau biasa disebut sebagai bahan bakar solar sebagian besar digunakan untuk menggerakkan motor diesel. Bahan bakar diesel (solar) mempunyai sifat utama sebagai berikut: (1) Tidak berwarna atau sedikit kekuning-kuningan dan

berbau, (2) Encer dan tidak menguap dibawah temperatur normal, (3) Titik nyala tinggi (40°C sampai 100°C), (4) Terbakar spontan pada 350°C, sedikit di bawah bensin, (5) Berat jenis 0,82 s/d 0,86, (6) Menimbulkan panas yang besar (10.917 kkal/kg), dan (7) Mempunyai kandungan sulphur yang lebih besar dibanding dengan bensin.

Syarat-syarat penggunaan solar sebagai bahan bakar harus memperhatikan kualitas solar, antara lain adalah sebagai berikut: (1) Mudah terbakar, artinya waktu tertundanya pembakaran harus pendek/singkat, sehingga mesin mudah dihidupkan. Solar harus memungkinkan kerja mesin yang lembut dengan sedikit knocking, (2) Tetap encer pada suhu dingin (tidak mudah membeku), menunjukkan solar harus tetap cair pada suhu rendah sehingga mesin akan mudah dihidupkan dan berputar lembut, (3) Daya pelumasan, artinya solar juga berfungsi sebagai pelumas untuk pompa injeksi dan nossel. Oleh karena itu harus mempunyai sifat dan daya lumas yang baik, (4) Kekentalan, berkait dengan syarat melumas dalam arti solar harus memiliki kekentalan yang baik sehingga mudah untuk dapat di semprotkan oleh injektor, (5) Kandungan sulphur, karakteristik sulphur yang dapat merusak pemakaian komponen mesin sehingga mempersyaratkan kandungan sulphur solar harus sekecil mungkin (< 1 %), dan (6) Angka setana, yaitu suatu cara untuk mengontrol bahan bakar solar dalam kemampuan untuk mencegah terjadinya knocking, tingkat yang lebih besar memiliki kemampuan yang lebih baik (Suprptono; 2004; 19-20).

Menurut peraturan direktorat jendral minyak dan gas (Ditjen Migas) No.113.K/72/DJM/1999, tanggal 27 oktober 1999 tentang spesifikasi bahan bakar minyak dan gas menetapkan batasa-batasan untuk minyak solar sebagai berikut:

Tabel 1. Batasan sifat bahan bakar solar menurut Ditjen Migas

<b>Sifat</b>	<b>Batasan Min</b>	<b>Batasan Max</b>
<i>Specific gravity at 60/60°F</i>	0,820	0,870
<i>Color ASTM</i>	45	3,0
<i>Cetane number, or alternatively</i>	48	-
<i>Calculate cetane index</i>	-	-
<i>Cinematic viscosity at 100°F</i>	1,6	5,8
<i>Viscosity SSU at 100°F, sec</i>	35	45
<i>Pour point °c</i>	-	65

<i>Sulfur content %wt</i>	-	0,5
<i>Conradson carbon residu % wt</i>	-	0,1
<i>Water content % wt</i>	-	0,05
<i>Sediment % wt</i>	-	0,01
<i>Ash content % wt</i>	-	0,01
<i>Total acid number mg KOH/gr</i>	-	0,6
<i>Flash point PM cc°F</i>	150	-
<i>Recovery at 300°C % vol</i>	40	-

Bahan bakar diesel dari proses destilasi belum dapat langsung dikonsumsi atau dipergunakan. Diperlukan pengolahan lebih lanjut hingga mencapai karakteristik bahan bakar diesel yang diperlukan. Karakteristik bahan bakar diesel meliputi:

a. Nilai pembakaran (*heat value*)

Nilai pembakaran merupakan karakteristik utama dari setiap bahan bakar, yaitu karakteristik seberapa banyak power yang dihasilkan sewaktu bahan bakar tersebut dibakar.

Nilai pembakaran bahan bakar, menunjukkan seberapa besar energi yang terkandung di dalamnya. Seperti diketahui bahan bakar terdiri dari senyawa antara carbon, hydrogen dan unsur lain yang tak terbakar yang memang sulit terpisahkan dari minyak mentah. Pengukuran nilai pembakaran bahan bakar dipergunakan sebuah peralatan yang disebut dengan kalorimeter (Sukoco dan Arifin; 2008; 48).

b. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis bahan bakar adalah perbandingan kepadatan bahan bakar dengan kepadatan air. Berat jenis diukur menggunakan hidrometer. Berat jenis bahan bakar diesel berpengaruh pada daya penetrasinya saat bahan bakar di

injeksikan kedalam ruang pembakaran, semakin berat bahan bakar semakin besar nilai pembakarannya.

c. Titik Nyala (*flash Point*)

*Flash point* atau titik nyala adalah temperatur dimana bahan bakar telah siap dinyalakan apabila bersinggungan dengan api. Titik api berada diatas titik nyala yaitu sekitar 10°C sampai dengan 20°C. *Flash point* bahan bakar menjadi indikator besarnya bahaya kebakaran, bahan bakar yang *flash pointnya* rendah akan sangat berbahaya terhadap terjadinya kebakaran.

d. Titik Beku (*Pour Point*)

Karakteristik ini relatif tidak diperlukan di daerah yang panas, namun sangat diperlukan pada daerah yang dingin. Temperatur *puor point* yang tinggi ditandai dengan sulitnya bahan bakar mengalir dan bentuk kabutan yang kasar.

e. Kekentalan (*Viscosity*)

Viskositas bahan bakar diesel berfungsi sebagai pelumas komponen sistem bahan bakar, namun perlu di ingat bila viskositas bahan bakar terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya kabutan yang kasar. Dampaknya proses pembakaran mesin tidak akan dapat menghasilkan energi panas yang optimal, dan asap gas buang akan semakin pekat. Terjadinya asap yang tebal pada kendaraan, bisa disebabkan karena kondisi mesin namun juga bisa disebabkan oleh kualitas bahan bakar.

f. Titik Uap (*Volatility*)

*Volatility* bahan bakar ditunjukkan dengan perbandingan udara dan uap bahan bakar yang dapat dibentuk pada temperatur tertentu. Bahan bakar diesel (solar), *volatility* ditunjukkan dengan 90 % temperatur destilasi. Artinya pada temperatur destilasi 90 % bahan bakar telah dapat didestilasikan dari minyak mentah (Sukoco dan Arifin; 2008: 49).

g. Kualitas Penyalaan (*Cetane Number*)

Semakin tinggi angka setana bahan bakar, maka akan semakin pendek waktu yang diperlukan untuk mulai terbakar. Hal ini berarti kebalikan dengan kualitas penyalaan bensin yang dinyatakan dengan angka oktana, dimana semakin tinggi angka oktana, maka semakin lambat bahan bakar terbakar. Angka setana bahan bakar diesel biasanya ditetapkan antara 20 – 60, angka setana bahan bakar 50 berarti 50 % *Polyolifin* dan 50 % *Alpha Methil Napthalene*. Untuk menaikkan besarnya angka setana dapat dipergunakan senyawa *Oxyorganik* yang biasanya dikenal dengan istilah “*Diesel Dope*” (Sukoco dan Arifin; 2008; 50-51).

h. Karbon Residu

Karbon residu bahan bakar diesel yang ditunjukkan dengan sejumlah deposit yang tertinggal diruang pembakaran. Mengukur jumlah kandungan karbon residu pada bahan bakar, dapat dilakukan di laboratorium dengan mengambil sampel bahan bakar dan dipanaskan dalam sebuah media yang tidak ada udara. Dengan cara demikian akan terlihat karbon residu yang tertinggal.

i. Kandungan Sulphur

Sulphur atau belerang yang ada didalam bahan bakar, pada saat terbakar akan menghasilkan gas yang sangat korosif terhadap logam yang bersinggungan, baik gas tersebut masih dalam bentuk gas maupun saat dalam bentuk cairan

setelah dingin. Cairan sulphur yang masuk dalam minyak pelumas akan merusak struktur minyak dan komponen sistem pelumasan. Oleh karena itu, dalam bahan bakar kandungan sulphur yang diizinkan tidak boleh melebihi 0,5 sampai dengan 1,5 %.

#### j. Oksidasi dan Air

Oksidasi (endapan) dan air dapat menjadi sumber permasalahan pada motor diesel. Endapan kotoran yang masih terbawa pada bahan bakar akan menjadi bahan yang mengakibatkan keausan, dan kemungkinan akan menyumbat saluran bahan bakar. Kandungan abu dan air pada bahan bakar yang diizinkan adalah 0,01 % abu, dan 0,05 % untuk abu dan air secara bersama.

### 3. Minyak Kelapa

Minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*) adalah **minyak kelapa** yang dibuat dari bahan baku kelapa segar, diproses dengan pemanasan terkendali atau tanpa pemanasan sama sekali, tanpa bahan kimia dan RDB. Minyak kelapa murni, atau lebih dikenal dengan Virgin Coconut Oil (*VCO*), adalah modifikasi proses pembuatan minyak kelapa sehingga dihasilkan produk dengan kadar air dan kadar asam lemak bebas yang rendah, berwarna bening, berbau harum, serta mempunyai daya simpan yang cukup lama yaitu lebih dari 12 bulan.

Minyak kelapa dapat dimanfaatkan secara langsung menjadi bahan bakar selayaknya solar. Minyak kelapa memiliki kekentalan 50-60 centi stokes, sedangkan solar 5 centi stokes. Suhu antara 80°C – 90°C, minyak kelapa

memiliki kekentalan yang setara dengan solar. Salah satu inovasi yang dikembangkan Departemen Teknik Pertanian IPB yaitu dengan memanfaatkan suhu knalpot untuk mengubah kekentalan minyak kelapa agar sama dengan solar. Gas buang knalpot memiliki temperatur  $350^{\circ}\text{C} - 360^{\circ}\text{C}$  sehingga diperlukan koil pendingin untuk menurunkan temperatur knalpot, kemudian minyak kelapa melalui sebuah selang dialirkan melalui knalpot sebelum menuju ke ruang pembakaran motor diesel.

Minyak kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau bahan campuran minyak solar karena terdapat asam-asam yang mengandung unsur karbon sebagai salah satu komponen pembakaran. Tiga macam asam tersebut adalah asam *oleic*, asam *linoleic*, dan asam *lauric*. Ada karakteristik penting campuran minyak kelapa dengan minyak solar: a). berat jenis dan viskositas sedikit lebih tinggi dari pada minyak solar, b). memiliki angka setana lebih rendah dari pada minyak solar, c). nilai panas atau nilai kalor relatif lebih rendah dari pada minyak solar.

Cara seperti ini tentunya lebih murah dibandingkan dengan memanfaatkan kokodiesel, yaitu minyak kelapa yang telah melalui proses industri untuk diubah menjadi biodiesel. Selain itu, kelapa merupakan tanaman yang umum tumbuh di daerah pesisir, menjadikannya sumber bahan bakar yang potensial bagi nelayan setempat yang cenderung mengalami kesulitan bahan bakar, baik masalah harga

maupun ketersediannya. Minyak kelapa yang dimanfaatkan adalah minyak kelapa yang telah melalui proses pemanasan guna menghilangkan asam lemak bebasnya.

#### 4. Minyak Kemiri

Kemiri memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif karena memiliki kandungan minyak mencapai 52 % (disebut minyak kasar) atau 40 % dari biji/gelondong. Berdasarkan hasil analisis laboratorium, kadar minyak mentah biji kemiri sampai 49 %-59 % dan setelah melalui transesterifikasi mencapai 88 %-91 %. Minyak diesel dari kemiri bisa dipakai untuk mesin generator dengan bahan bakar 100 % minyak dari biji kemiri atau sebagai campuran bahan bakar solar dengan komposisi campuran tertentu. Minyak dihasilkan dari proses pengepresan kemiri dan hasilnya minyak berwarna kuning bening.

Biji kemiri mengandung minyak 6 %, kecuali itu mengandung asam *palmitat* 4,38 %, asam *stearat* 3,93 %, asam *oleat* 26,23 %, asam *lenoleat* 39,62 %, asam *linolenat* 20,76 %, dan asam *arachidat* 0,08 %. Proses pengolahan minyak kemiri meliputi pembersihan, penyortiran, penghalusan daging biji kemiri, pemanasan, pengempaan, dan pemurnian. Efisiensi termal minyak hasil ekstraksi biji kemiri sekitar 30 % - 65 %.

### **B. Daya, Torsi, dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)**

Daya merupakan besarnya kerja yang dilakukan persatuan waktu biasanya diwakili dengan satuan daya kuda (*Horse Power*). Satu daya kuda sama dengan kemampuan mengangkat beban seberat 75 kg sejauh satu meter dalam waktu satu



detik. *Horsepower* dan *Brake Horsepower* merupakan ukuran daya yang dihasilkan oleh suatu mesin.

*Brake Horsepower* merupakan ukuran daya kuda dari suatu mesin tanpa memperhitungkan tenaga hilang yang diakibatkan oleh gearbox, generator, differensial, pompa air dan komponen pembantu lainnya. Awalan “*brake*” menunjukkan dimana daya diukur, yaitu diporos output mesin, seperti dipakai pada mesin dinamometer.

Istilah “*bhp*” menjadi tidak terpakai setelah SAE (*Society of Automotive Engineers*) merekomendasikan pabrikan menggunakan hp. *Horsepower* mengukur daya mesin pada *flywheel*, dengan tanpa menghitung kerugian akibat pemindahan tenaga, pada motor bakar daya guna adalah daya poros yang menggerakkan beban. Daya poros digerakkan oleh daya indikator dari pembakaran gas campuran bahan bakar dan udara kompresi yang menggerakkan piston untuk mengadakan translasi (gerak bolak-balik) kemudian memutar poros engkol. Berputarnya poros engkol menyebabkan terjadi gerakan rotasi berupa tenaga putar yang disebut torsi.

Performa pada motor diesel antara lain daya dan torsi dipengaruhi oleh besarnya jumlah kalor hasil pembakaran, yaitu nilai kalor dari hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara kompresi. Bahan bakar yang mempunyai nilai kalor yang rendah memerlukan jumlah bahan bakar yang lebih banyak untuk menghasilkan tenaga sebesar satu daya kuda dibandingkan bahan bakar yang memiliki nilai kalor yang tinggi. Artinya, semakin rendah nilai kalor bahan bakar semakin tinggi tingkat

konsumsi bahan bakarnya dibandingkan dengan bahan bakar yang nilai kalornya lebih tinggi.

Rumus perhitungan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) yang digunakan:

Daya keluaran:

$$N_b = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746} \text{ (Nm/s)}$$

Momen torsi:

$$T = \frac{P_{\text{beban}} 60}{2\pi n} \text{ (Nm)}$$

$$P_{\text{beban}} = V \times I \text{ (Watt)}$$

Keterangan:

$$N_b = \text{Daya (Nm/s)}$$

$$n = \text{Putaran mesin (Rpm)}$$

$$T = \text{torsi (Nm)}$$

$$P_{\text{beban}} = \text{beban listrik (Watt)}$$

$$V = \text{voltage}$$

$$I = \text{ampere}$$

### **C. Kerangka Berfikir**

Tuntutan utama berkaitan dengan pembakaran adalah tingkat efisiensi tinggi dan polusi rendah. Pembakaran yang sempurna secara teori menghasilkan  $CO_2$ ,  $H_2O$ , dan  $N_2$  sebagai bawaan.

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai reaksi (oksidasi) yang berlangsung sangat cepat (0,001 – 0,002 detik) disertai pelepasan energi. Ada tiga klasifikasi kecepatan pembakaran, yaitu 1). *Explosive* adalah proses pembakaran dengan laju pembakaran sangat cepat dan tidak menampakkan adanya gelombang ledakan, 2). *Deflagration* yaitu pembakaran dengan perambatan api *subsonic*. 3). *Detonation* adalah pembakaran dengan perambatan api *supersonic*.

Biji kemiri mengandung minyak 6 %, kecuali itu mengandung asam *palmitat* 4,38 %, asam *stearat* 3,93 %, asam *oleat* 26,23 %, asam *lenoleat* 39,62 %, asam *linolenat* 20,76 %, dan asam *arachidat* 0,08 %. Proses pengolahan minyak kemiri meliputi pembersihan, penyortiran, penghalusan daging biji kemiri, pemanasan, pengempaan, dan pemurnian. Efisiensi thermal minyak hasil ekstraksi biji kemiri sekitar 30 % - 65 %.

Minyak kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau bahan campuran minyak solar karena terdapat asam-asam yang mengandung unsur karbon sebagai salah satu komponen pembakaran. Tiga macam asam tersebut adalah asam *oleic*, asam *linoleic*, dan asam *lauric*. Ada karakteristik penting campuran minyak kelapa dengan minyak solar: a). berat jenis dan viskositas sedikit lebih tinggi dari pada minyak solar, b). memiliki angka setana lebih rendah dari pada minyak solar, c). nilai panas atau nilai kalor relatif lebih rendah dari pada minyak solar.

#### **D. Hipotesis**

Pada penelitian yang akan dilakukan dapat dirumuskan bahwa hipotesisnya sebagai berikut :

1. Ada penurunan torsi, dan daya motor diesel satu silinder dengan bahan bakar solar dan campurannya dengan minyak kelapa dan minyak kemiri. Nilai kalor minyak solar 10.917 kkal/kg, minyak kemiri 10.823 kkal/kg, minyak kelapa 8.872 kkal/kg.
2. Ada kenaikan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) mesin diesel satu silinder dengan bahan bakar solar dan campurannya dengan minyak kelapa dan minyak kemiri.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh data daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*). Dengan cara ini peneliti sengaja membangkitkan timbulnya sesuatu kejadian atau keadaan, kemudian diteliti bagaimana akibatnya. Eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab-akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi (mengurangi) atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu. Eksperimen selalu dilakukan dengan maksud untuk melihat akibat suatu perlakuan (Arikunto; 2006: 3 ).

#### **A. Desain Eksperimen**

Desain eksperimen merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian sehingga dihasilkan data-data yang obyektif sesuai dengan permasalahan desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *treatment by subject* yaitu beberapa variasi perlakuan secara berturut-turut kepada kelompok subyek yang sama. Maksudnya suatu kelompok dikenakan perlakuan tertentu kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui performa motor diesel pada setiap komposisi campuran yang berbeda.

## **B. Obyek Penelitian**

Obyek utama dalam penelitian ini yaitu motor diesel satu silinder yang mampu menghasilkan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) pada motor diesel, antara lain adalah:

### 1. Daya dan Torsi

Tujuan dari pengamatan daya dan torsi adalah untuk mengetahui apakah daya dan torsi yang dihasilkan oleh motor diesel satu silinder itu mengalami kenaikan atau penurunan sehingga kita bisa menghitung jumlah daya dan torsi yang dihasilkan berdasarkan campuran bahan bakar tersebut.

### 2. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (*SFC*)

Unjuk kerja mesin secara keseluruhan biasanya dinyatakan dalam konsumsi bahan bakar per daya yang dihasilkan oleh poros, yaitu BSFC (*Brake Specific Fuel Consumption*) (Abdullah, dkk. 2012;53).

Tujuan dari pengamatan konsumsi bahan bakar adalah untuk mengetahui apakah setelah proses pencampuran dengan komposisi tertentu bahan bakar mengalami pengiritan atau pemborossan sehingga kita bisa menghitung jumlah bahan bakar yang harus digunakan.

### 3. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini ada dua yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

a. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah campuran perbandingan antara minyak solar dikombinasikan dengan minyak kelapa dan minyak kemiri.

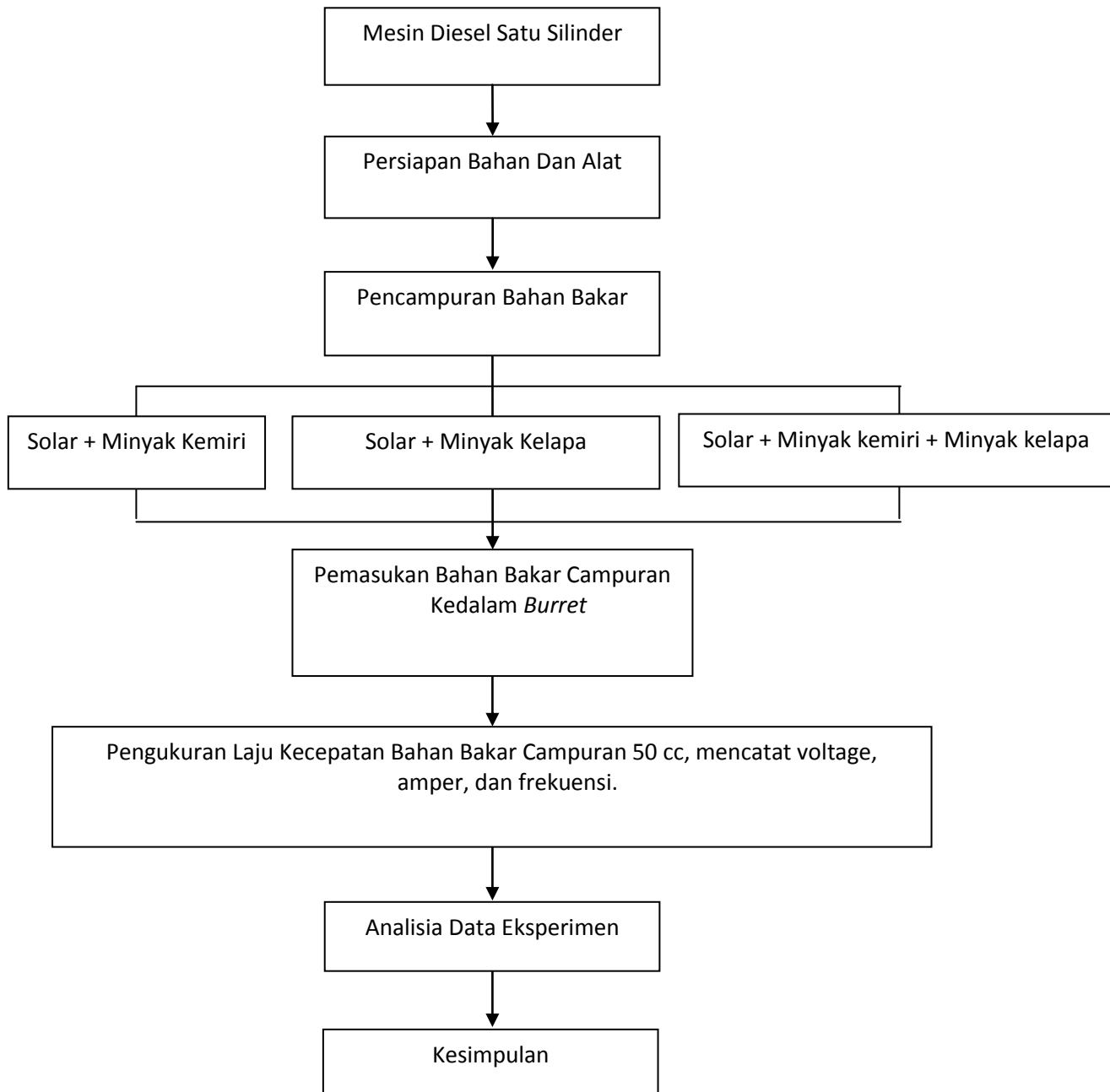
Tabel 2. Konsumsi bahan bakar minyak solar, minyak kemiri dan minyak kelapa

<b>Minyak Solar (%)</b>	<b>Minyak Kemiri (%)</b>	<b>Minyak Kelapa (%)</b>
<b>100</b>	-	
<b>95</b>	5	
<b>90</b>	10	
<b>85</b>	15	
<b>100</b>		-
<b>95</b>		5
<b>90</b>		10
<b>85</b>		15
<b>100</b>	-	-
<b>90</b>	5	5
<b>85</b>	10	5
<b>85</b>	5	10

b. Variabel terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah unjuk kerja motor diesel yang meliputi besarnya daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*).

### C. Alur Penelitian



Gambar 2. Alur Penelitian

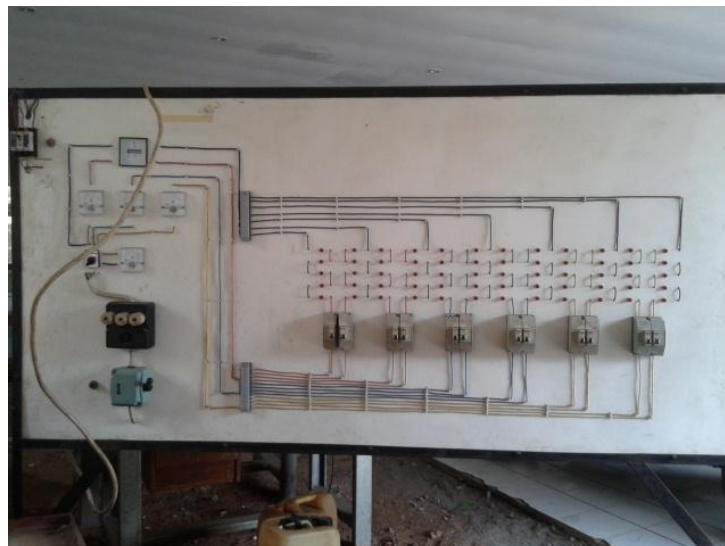


#### D. Alat dan Bahan

*Diesel Engine Test Bed* dengan spesifikasi sebagai berikut:



Mesin Diesel : merk Dong Feng, 4 langkah, 1 silinder, volume 997 cc, 16 bhp/2200 rpm. Generator AC : out put 10 kVA, 3 fase, 400 volt, 10 amper, 1500 rpm.





Dinamometer: berupa panel beban terdiri 60 buah lampu masing-masing 100 watt dirangkai dalam 3 fase. Peralatan pendukung : tachometer, stop watch, gelas ukur, burret dan *tool set*.

### **E. Langkah-langkah Penelitian**

1. Persiapan, meliputi:
  - a. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan pada saat penelitian.
  - b. Menyiapkan bahan bakar solar, minyak kemiri dan minyak kelapa.
  - c. Menyiapkan motor diesel satu silinder
    - 1) Menyetel celah katup (IN=0,20; EX=0,25 mm)
    - 2) Mengisi air pendingin secukupnya
    - 3) Menyetel tekanan injeksi pada nosel ( $120 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$ )

- 4) Membleeding dari saluran bahan bakar dan memeriksa saluran bahan bakar.
- 5) Memasang burret sebagai pengganti tangki bahan bakar
- 6) Memeriksa jumlah dan kualitas dari minyak pelumas
- 7) Hidupkan mesin sampai tercapai kondisi kerja ( $\pm 80^{\circ}\text{C}$ ) dengan kecepatan putaran 1500 rpm.
- 8) Memeriksa lampu pembebanan dan lampu indikator pada panel pembebanan

2. Langkah pelaksanaan penelitian :

- a. Solar murni dengan tekanan injeksi  $100 \text{ kg/cm}^2$ ,  $120 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $140 \text{ kg/cm}^2$ .

Menyetel putaran mesin 1500 rpm tanpa beban pada tekanan injeksi yang berbeda-beda yaitu  $100 \text{ kg/cm}^2$ ,  $120 \text{ kg/cm}^2$ ,  $140 \text{ kg/cm}^2$  dan nyalakan lampu secara bertahap mulai dari 20 lampu, 40 lampu, dan 60 lampu, kemudian ukurlah kecepatan bahan bakar pada burret (50cc) dengan stopwatch, voltage, frekuensi, ampere.

- b. Solar murni + minyak kemiri dengan tekanan injeksi  $100 \text{ kg/cm}^2$ ,  $120 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $140 \text{ kg/cm}^2$ .

Menyetel putaran mesin 1500 rpm tanpa beban pada tekanan injeksi yang berbeda pula, kemudian nyalakan lampu secara bertahap dan kemudian

ukurlah seperti pada langkah pertama dan lakukan pengujian ini dengan komposisi campuran (95 % + 5 %), (90 % + 10 %), (85 % + 15 %).

c. Solar murni + minyak kelapa dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>, 120 kg/cm<sup>2</sup>, dan 140 kg/cm<sup>2</sup>.

Lakukan langkah penelitian sama seperti langkah ke dua.

- 1) Solar murni + minyak kemiri + minyak kelapa dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>, 120 kg/cm<sup>2</sup>, dan 140 kg/cm<sup>2</sup>.
- 2) Lakukan penelitian sama dengan langkah satu, dua dan tiga namun pada penelitian yang terakhir ini terdapat perbedaan komposisi yaitu antara (90 % + 5 % + 5 %), (85 % + 10 % + 5 %), (85 % + 5 % + 10 %).
- 3) Setiap pengujian hasilnya dicatat pada lembar instrumen.
- 4) Setelah pengambilan data ini selesai, matikan switch breaker/MCB satu persatu, kemudian matikan motor diesel.

## **F. Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif dengan melukiskan dan merangkum fenomena-fenomena terukur pada penelitian yang telah dilakukan. Data-data yang dihasilkan berupa beban listrik yaitu voltage, frekwensi, putaran mesin, ampere, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*).

Penggambaran dari fenomena-fenomena yang terjadi selama penelitian digambarkan secara grafis dalam histogram atau polygon frekwensi yang

menggambarkan hubungan antara bahan bakar minyak kelapa dan minyak kemiri terhadap daya output, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) mesin diesel satu silinder.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh data hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 3. Data Eksperimen Solar 100 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
20 lampu	210	48,5	1460	8,3	0	0	02.28
40 lampu	210	47	1409	8,25	8,4	0	01.43
60 lampu	210	46	1386	8,4	8,4	8,2	01.19

Tabel 4. Data Eksperimen Solar 100 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
20 lampu	220	48	1472	8,6	0	0	02.30
40 lampu	220	47	1413	8,4	8,6	0	01.44
60 lampu	220	46	1380	8,4	8,3	8,1	01.20

Tabel 5. Data Eksperimen Solar 100 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
20 lampu	220	48	1469	8,5	0	0	02.32
40 lampu	210	47	1436	8,4	8,6	0	01.45
60 lampu	220	46	1390	8,4	8,4	8,1	01.19

Tabel 6. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
20 lampu	220	49	1471	8,5	0	0	02.07
40 lampu	210	47	1436	8,4	8,6	0	01.30
60 lampu	220	46	1387	8,4	8,4	8,1	01.09

Tabel 7. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	210	48	1454	8,5	0	0	02.25
<b>40 lampu</b>	210	47	1424	8,3	8,5	0	01.46
<b>60 lampu</b>	210	45	1369	8,3	8,3	8,0	01.17

Tabel 8. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1448	8,4	0	0	02.17
<b>40 lampu</b>	210	47	1429	8,4	8,5	0	01.44
<b>60 lampu</b>	210	46	1379	8,4	8,3	8,0	01.21

Tabel 9. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1463	8,5	0	0	02.13
<b>40 lampu</b>	210	47	1428	8,4	8,5	0	01.32
<b>60 lampu</b>	220	46	1377	8,4	8,3	8,0	01.13

Tabel 10. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	49	1479	8,5	0	0	02.22
<b>40 lampu</b>	220	48	1444	8,4	8,7	0	01.38
<b>60 lampu</b>	220	46	1392	8,4	8,4	8,1	01.14

Tabel 11. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1442	8,4	0	0	02.10
<b>40 lampu</b>	210	47	1428	8,4	8,6	0	01.44
<b>60 lampu</b>	210	45	1376	8,4	8,4	8,0	01.19

Tabel 12. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kelapa 15 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	49	1471	8,5	0	0	02.08
<b>40 lampu</b>	210	47	1435	8,4	8,5	0	01.29
<b>60 lampu</b>	220	46	1385	8,4	8,4	8,0	01.09

Tabel 13. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kelapa 15 % dengan Tekana Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	49	1474	8,5	0	0	02.20
<b>40 lampu</b>	210	47	1433	8,4	8,6	0	01.39
<b>60 lampu</b>	220	46	1384	8,4	8,4	8,0	01.16

Tabel 14. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kelapa 15 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1460	8,4	0	0	02.18
<b>40 lampu</b>	210	47	1441	8,4	8,5	0	01.44
<b>60 lampu</b>	220	46	1388	8,4	8,4	8,1	01.18

Tabel 15. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kemiri 5 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1458	8,4	0	0	02.10
<b>40 lampu</b>	210	47	1417	8,3	8,5	0	01.31
<b>60 lampu</b>	210	45	1373	8,3	8,3	8,0	01.12

Tabel 16. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kemiri 5 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1460	8,4	0	0	02.23
<b>40 lampu</b>	210	47	1416	8,3	8,5	0	01.43
<b>60 lampu</b>	210	45	1368	8,4	8,3	8,0	01.18



Tabel 17. Data Eksperimen Solar 95 % + Minyak Kemiri 5 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	210	48	1438	8,4	0	0	02.19
<b>40 lampu</b>	210	47	1421	8,3	8,5	0	01.48
<b>60 lampu</b>	210	45	1368	8,4	8,3	8,0	01.22

Tabel 18. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 10 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	49	1473	8,5	0	0	01.51
<b>40 lampu</b>	210	47	1420	8,3	8,6	0	01.38
<b>60 lampu</b>	210	45	1363	8,3	8,4	8,0	01.07

Tabel 19. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 10 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1450	8,4	0	0	02.06
<b>40 lampu</b>	210	47	1415	8,4	8,5	0	01.37
<b>60 lampu</b>	210	45	1366	8,4	8,4	8,0	01.16

Tabel 20. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 10 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	210	48	1444	8,4	0	0	02.15
<b>40 lampu</b>	210	47	1410	8,4	8,5	0	01.35
<b>60 lampu</b>	220	46	1389	8,4	8,4	8,1	01.18

Tabel 21. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 15 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	49	1470	8,4	0	0	01.55
<b>40 lampu</b>	210	47	1431	8,4	8,5	0	01.26
<b>60 lampu</b>	210	45	1368	8,4	8,3	8,1	01.12

Tabel 22. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 15 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1453	8,4	0	0	02.04
<b>40 lampu</b>	210	47	1431	8,4	8,5	0	01.34
<b>60 lampu</b>	210	46	1377	8,4	8,4	8,1	01.15

Tabel 23. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 15 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1446	8,4	0	0	02.08
<b>40 lampu</b>	210	47	1420	8,4	8,5	0	01.39
<b>60 lampu</b>	220	46	1389	8,4	8,4	8,1	01.18

Tabel 24. Data Eksperimen Solar 90 %+ Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1466	8,4	0	0	01.53
<b>40 lampu</b>	210	47	1417	8,4	8,5	0	01.25
<b>60 lampu</b>	210	45	1353	8,4	8,3	8,1	01.06

Tabel 25. Data Eksperimen Solar 90 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1451	8,4	0	0	02.09
<b>40 lampu</b>	210	47	1409	8,4	8,5	0	01.36
<b>60 lampu</b>	210	45	1353	8,4	8,4	8,1	01.15

Tabel 26. Data Eksperimen Solar 90 %+ Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	47	1429	8,4	0	0	02.08
<b>40 lampu</b>	210	46	1404	8,3	8,5	0	01.39
<b>60 lampu</b>	210	45	1370	8,4	8,4	8,2	01.21

Tabel 27. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 10 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	49	1469	8,4	0	0	01.57
<b>40 lampu</b>	210	47	1429	8,4	8,5	0	01.25
<b>60 lampu</b>	210	45	1365	8,4	8,3	8,1	01.12

Tabel 28. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 10 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	210	48	1438	8,4	0	0	02.07
<b>40 lampu</b>	210	47	1423	8,4	8,5	0	01.34
<b>60 lampu</b>	210	45	1368	8,4	8,4	8,2	01.12

Tabel 29. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 10 % + Minyak Kelapa 5 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	210	48	1445	8,4	0	0	02.06
<b>40 lampu</b>	210	47	1417	8,4	8,5	0	01.38
<b>60 lampu</b>	220	45	1374	8,4	8,4	8,2	01.18

Tabel 30. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	220	48	1466	8,4	0	0	01.73
<b>40 lampu</b>	220	47	1429	8,4	8,5	0	01.29
<b>60 lampu</b>	220	45	1369	8,4	8,3	8,0	01.09

Tabel 31. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
<b>20 lampu</b>	210	48	1467	8,4	0	0	02.08
<b>40 lampu</b>	210	47	1417	8,4	8,5	0	01.35
<b>60 lampu</b>	210	45	1367	8,4	8,4	8,1	01.12

Tabel 32. Data Eksperimen Solar 85 % + Minyak Kemiri 5 % + Minyak Kelapa 10 % dengan Tekanan Injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Voltage (V)	Frekuensi (Hz)	Rpm	Ampere (A)			Kons.bb (cc/menit)
				r	s	t	
20 lampu	210	48	1444	8,4	0	0	02.05
40 lampu	210	47	1418	8,4	8,5	0	01.39
60 lampu	220	46	1382	8,4	8,4	8,2	01.19

Dari data hasil pengujian di atas maka diperoleh data hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 33. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 100 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1460	1743	11.40	2.33	02.28
40 lampu	1409	3496	23.69	4.68	01.43
60 lampu	1386	5250	36.17	7.03	01.19

Tabel 34. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 100 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1472	1892	12.27	2.53	02.30
40 lampu	1413	3740	25.27	5.01	01.44
60 lampu	1380	5478	37.9	7.34	01.20

Tabel 35. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 100 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1469	1870	12.15	2.5	02.32
40 lampu	1436	3570	23.74	4.78	01.45
60 lampu	1390	5478	37.63	7.34	01.19

Tabel 36. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1471	1870	12.13	2.5	02.07
40 lampu	1436	3570	23.74	4.78	01.30
60 lampu	1387	5478	37.73	7.34	01.09

Tabel 37. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1454	1785	11.72	2.39	02.25
40 lampu	1424	3528	23.65	4.72	01.46
60 lampu	1369	5166	36.03	6.92	01.17

Tabel 38. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1448	1848	12.18	2.47	02.17
40 lampu	1429	3549	23.71	4.75	01.44
60 lampu	1379	5187	35.91	6.95	01.21

Tabel 39. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1463	1870	12.2	2.5	02.13
40 lampu	1428	3549	23.73	4.75	01.32
60 lampu	1377	5434	37.68	7.28	01.13

Tabel 40. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1479	1870	12.07	2.5	02.22
40 lampu	1444	3762	24.87	5.04	01.38
60 lampu	1392	5478	37.57	7.34	01.14

Tabel 41. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1442	1848	12.23	2.47	02.10
40 lampu	1428	3570	23.87	4.78	01.44
60 lampu	1376	5208	36.14	6.98	01.19

Tabel 42. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1471	1870	12.13	2.5	02.08
40 lampu	1435	3549	23.61	4.75	01.29

<b>60 lampu</b>	1385	5456	37.61	7.31	01.09
-----------------	------	------	-------	------	-------

Tabel 43. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1474	1870	12.11	2.5	02.20
<b>40 lampu</b>	1433	3570	23.78	4.78	01.39
<b>60 lampu</b>	1384	5456	37.64	7.31	01.16

Tabel 44. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1460	1848	12.08	2.47	02.18
<b>40 lampu</b>	1441	3549	23.51	4.75	01.44
<b>60 lampu</b>	1388	5478	37.68	7.34	01.18

Tabel 45. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1458	1848	12.1	2.47	02.10
<b>40 lampu</b>	1417	3528	23.77	4.72	01.31
<b>60 lampu</b>	1373	5166	35.92	6.92	01.12

Tabel 46. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1460	1848	12.08	2.47	02.23
<b>40 lampu</b>	1416	3528	23.79	4.72	01.43
<b>60 lampu</b>	1368	5187	36.2	6.95	01.18

Tabel 47. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1438	1764	11.71	2.36	02.19
<b>40 lampu</b>	1421	3528	23.7	4.72	01.48
<b>60 lampu</b>	1368	5187	36.2	6.95	01.22

Tabel 48. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1473	1870	12.12	2.5	01.51
40 lampu	1420	3549	23.86	4.75	01.38
60 lampu	1363	5187	36.34	6.95	01.07

Tabel 49. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1450	1848	12.17	2.47	02.06
40 lampu	1415	3549	23.95	4.75	01.37
60 lampu	1366	5208	36.4	6.97	01.16

Tabel 50. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1444	1764	11.66	2.36	02.15
40 lampu	1410	3549	24.03	4.75	01.35
60 lampu	1389	5478	37.66	7.34	01.18

Tabel 51. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1470	1848	12	2.47	01.55
40 lampu	1431	3549	23.68	4.75	01.26
60 lampu	1368	5208	36.35	6.98	01.12

Tabel 52. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1453	1848	12.14	2.47	02.04
40 lampu	1431	3549	23.68	4.75	01.34
60 lampu	1377	5229	36.26	7	01.15

Tabel 53. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

Percobaan	Putaran (Rpm)	Beban (W)	Torsi (Nm)	Daya (Nm/s)	Kons. Bb (cc/menit)
20 lampu	1446	1848	12.2	2.47	02.08

<b>40 lampu</b>	1420	3549	23.86	4.75	01.39
<b>60 lampu</b>	1389	5478	37.66	7.34	01.18

Tabel 54. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1446	1848	12.2	2.47	01.53
<b>40 lampu</b>	1417	3549	23.91	4.75	01.25
<b>60 lampu</b>	1353	5208	36.75	6.97	01.06

Tabel 55. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1451	1848	12.16	2.47	02.09
<b>40 lampu</b>	1409	3549	24.05	4.75	01.36
<b>60 lampu</b>	1353	5229	36.9	7	01.15

Tabel 56. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1429	1848	12.34	2.47	02.08
<b>40 lampu</b>	1404	3528	23.99	4.72	01.39
<b>60 lampu</b>	1370	5250	36.59	7.03	01.21

Tabel 57. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1469	1848	12.01	2.47	01.57
<b>40 lampu</b>	1429	3549	23.71	4.75	01.25
<b>60 lampu</b>	1365	5208	36.43	6.98	01.12

Tabel 58. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1438	1764	11.71	2.36	02.07



<b>40 lampu</b>	1423	3549	23.81	4.75	01.34
<b>60 lampu</b>	1368	5250	36.64	7.03	01.12

Tabel 59. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1445	1764	11.65	2.36	02.06
<b>40 lampu</b>	1417	3549	23.91	4.75	01.38
<b>60 lampu</b>	1374	5500	38.22	7.37	01.18

Tabel 60. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

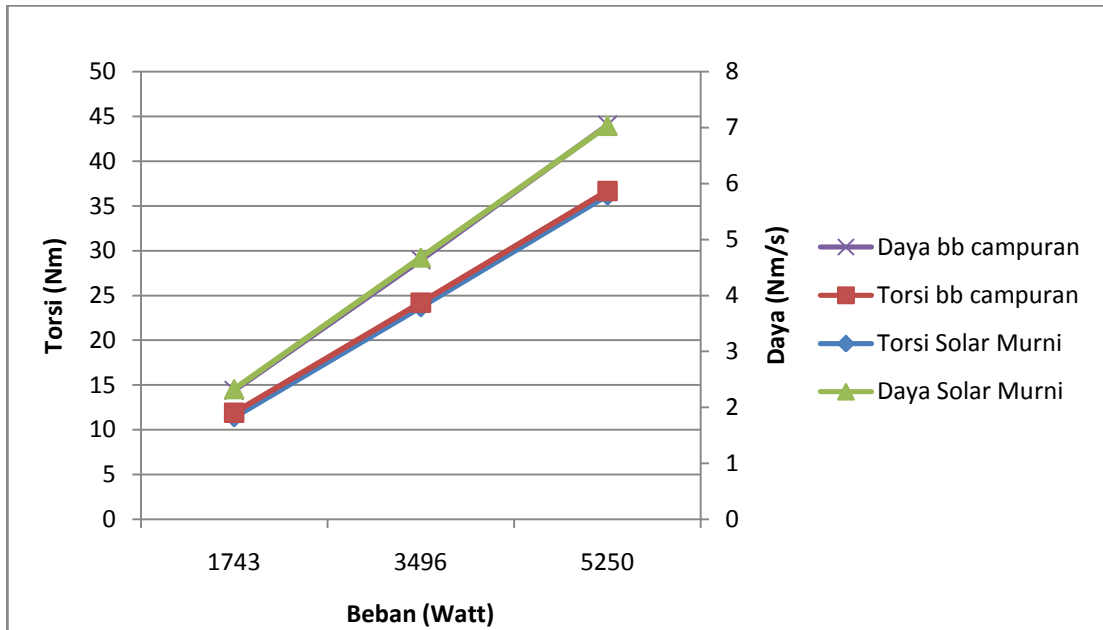
<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1466	1848	12.03	2.47	01.73
<b>40 lampu</b>	1429	3718	24.84	4.98	01.29
<b>60 lampu</b>	1369	5434	37.9	7.28	01.09

Tabel 61. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

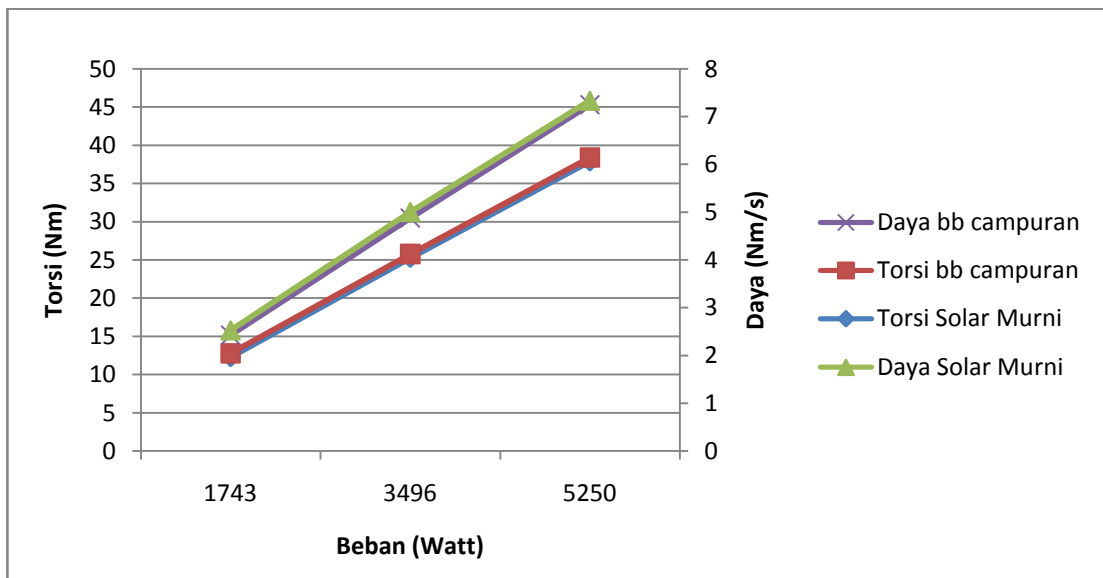
<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1467	1764	11.48	2.36	02.08
<b>40 lampu</b>	1417	3549	23.91	4.75	01.35
<b>60 lampu</b>	1367	5229	36.52	7	01.12

Tabel 62. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

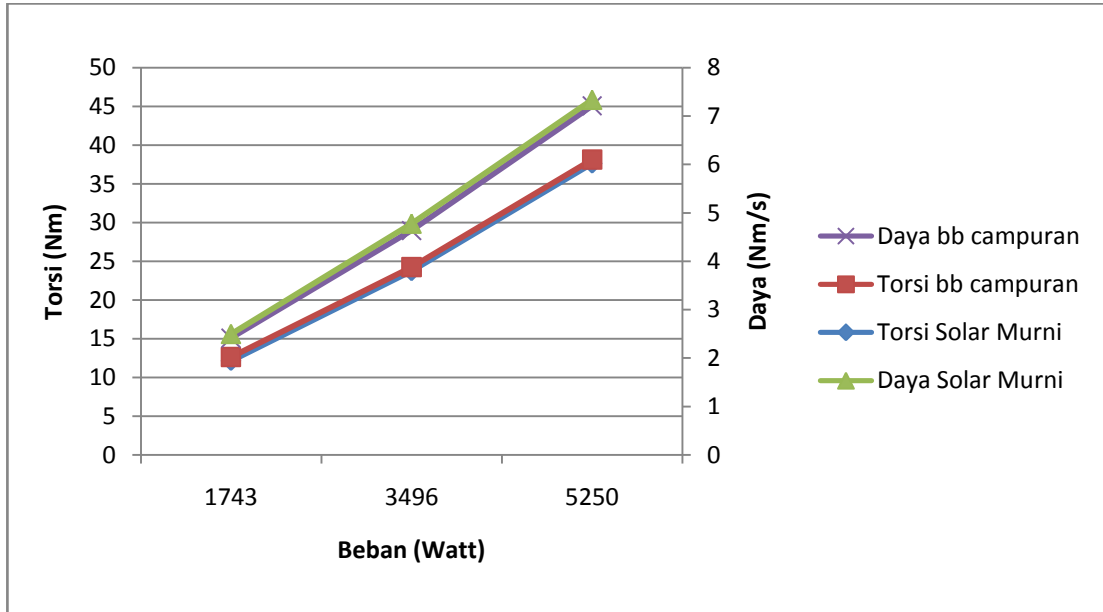
<b>Percobaan</b>	<b>Putaran (Rpm)</b>	<b>Beban (W)</b>	<b>Torsi (Nm)</b>	<b>Daya (Nm/s)</b>	<b>Kons. Bb (cc/menit)</b>
<b>20 lampu</b>	1444	1764	11.66	2.36	02.05
<b>40 lampu</b>	1418	3549	23.9	4.75	01.39
<b>60 lampu</b>	1382	5500	38	7.37	01.19



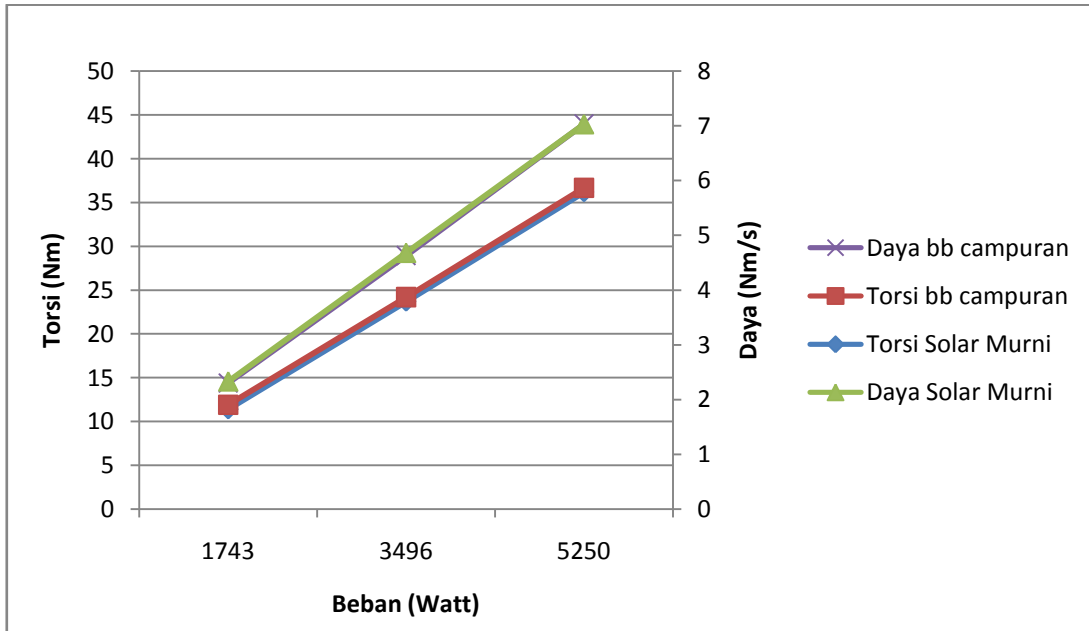
Gambar 3. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>



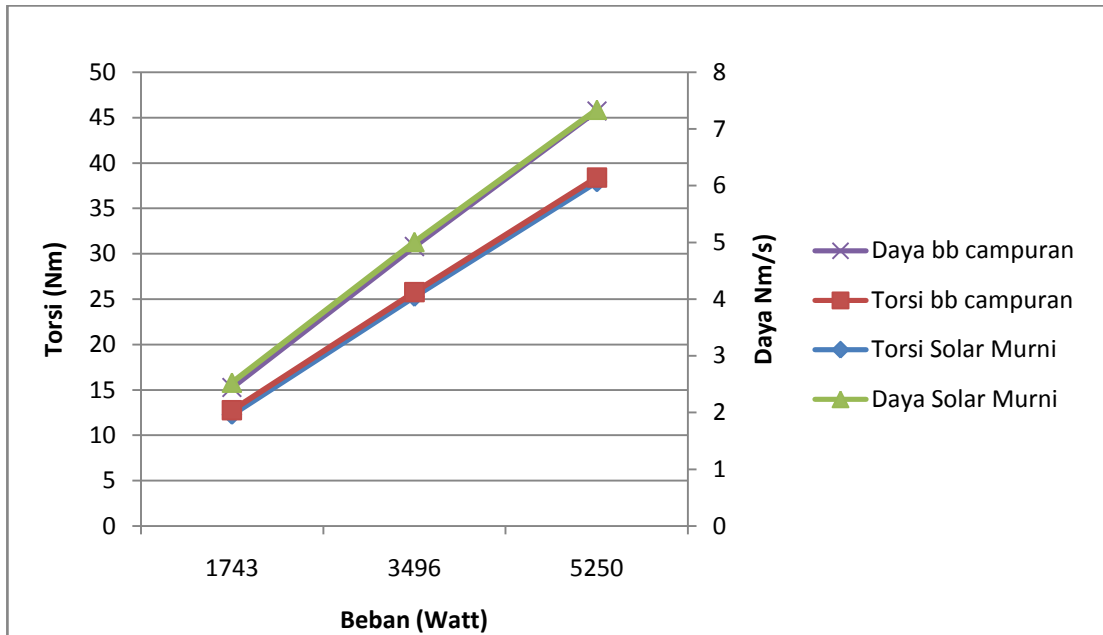
Gambar 4. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>



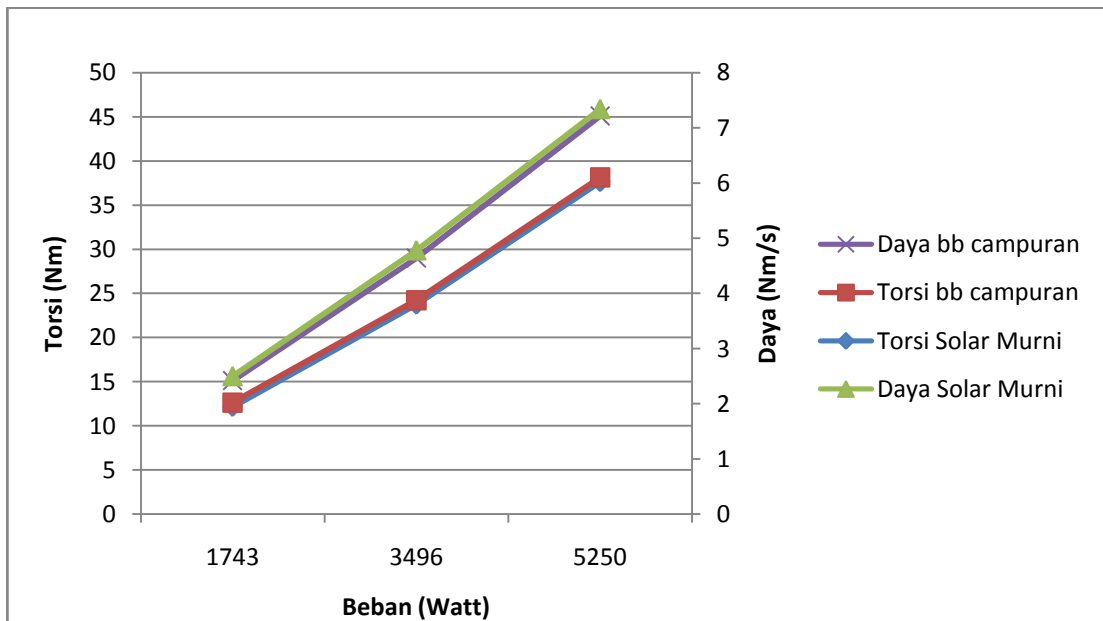
Gambar 5. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>



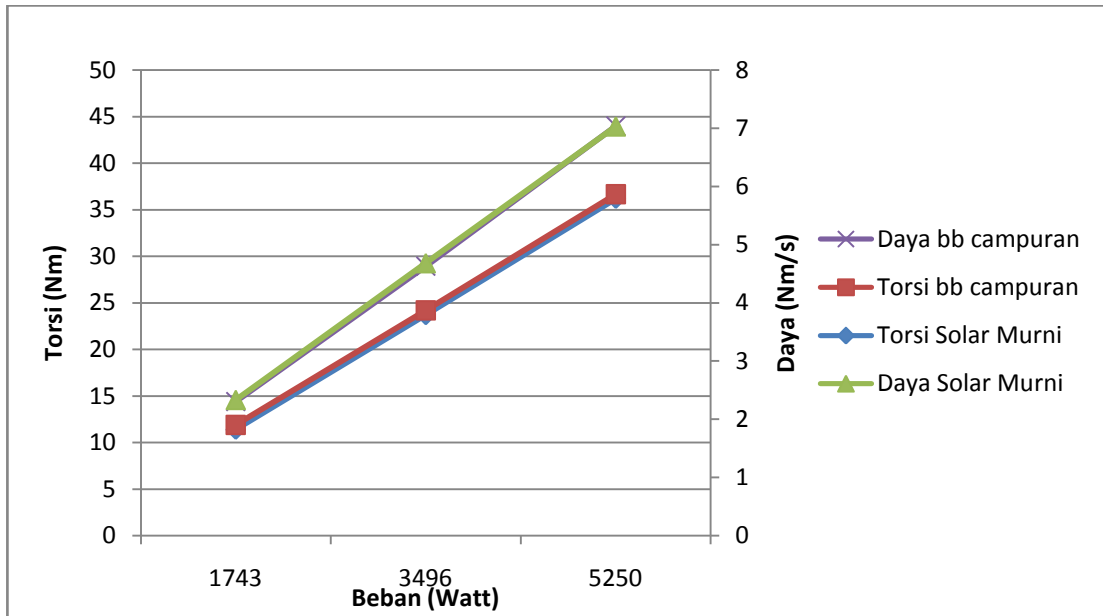
Gambar 6. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>



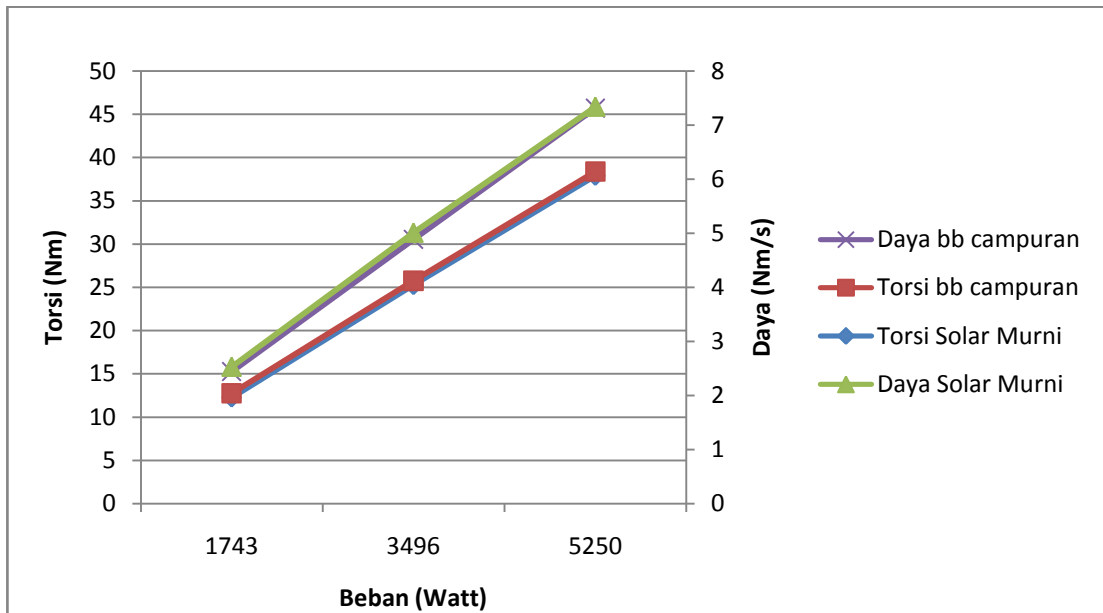
Gambar 7. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>



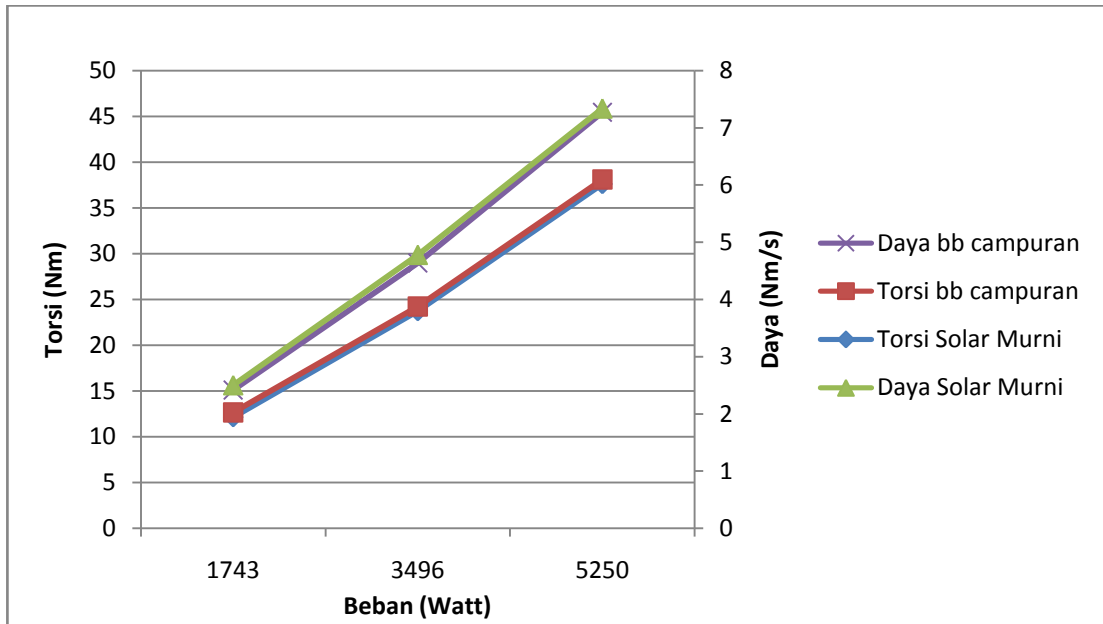
Gambar 8. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>



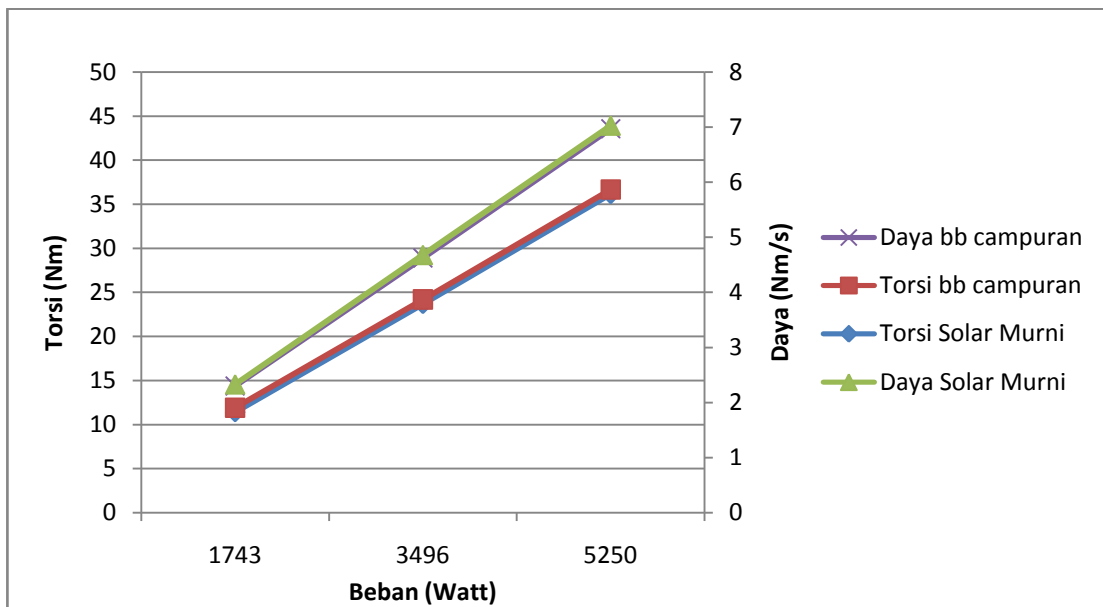
Gambar 9. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>



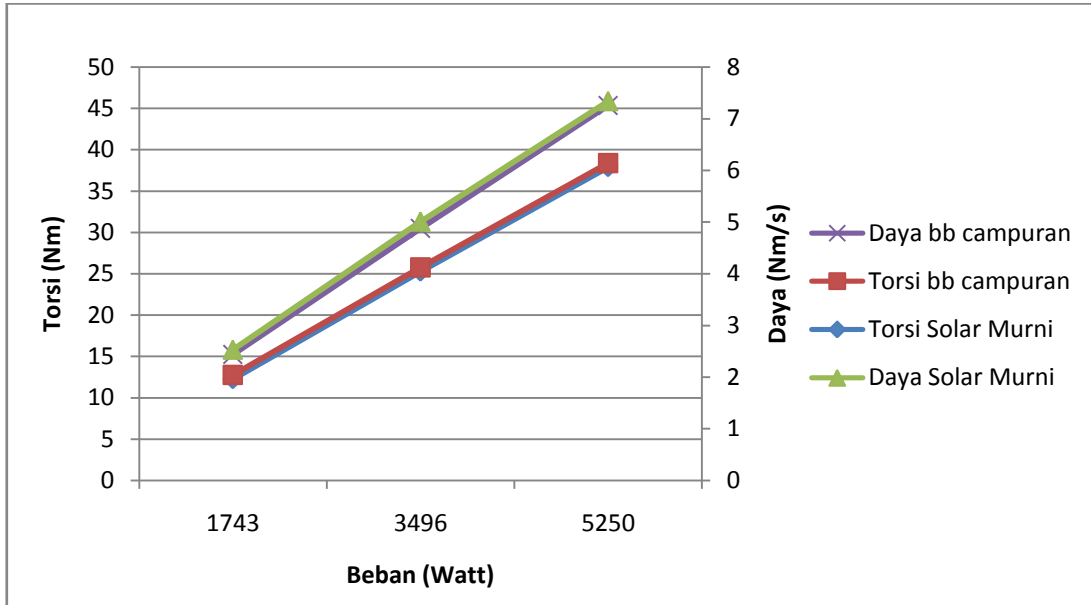
Gambar 10. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>



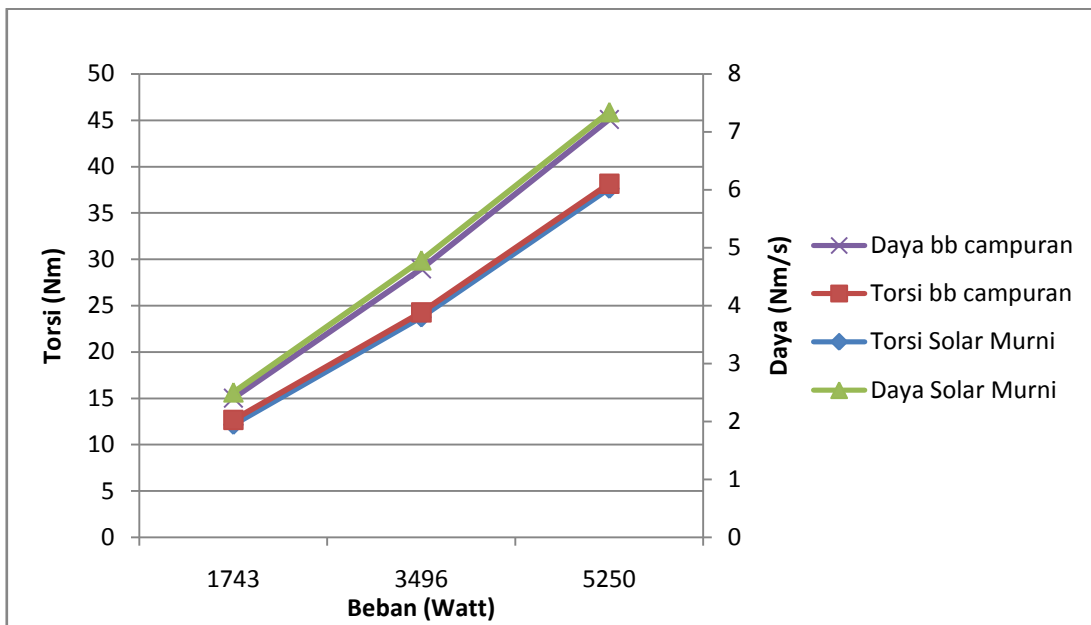
Gambar 11. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>



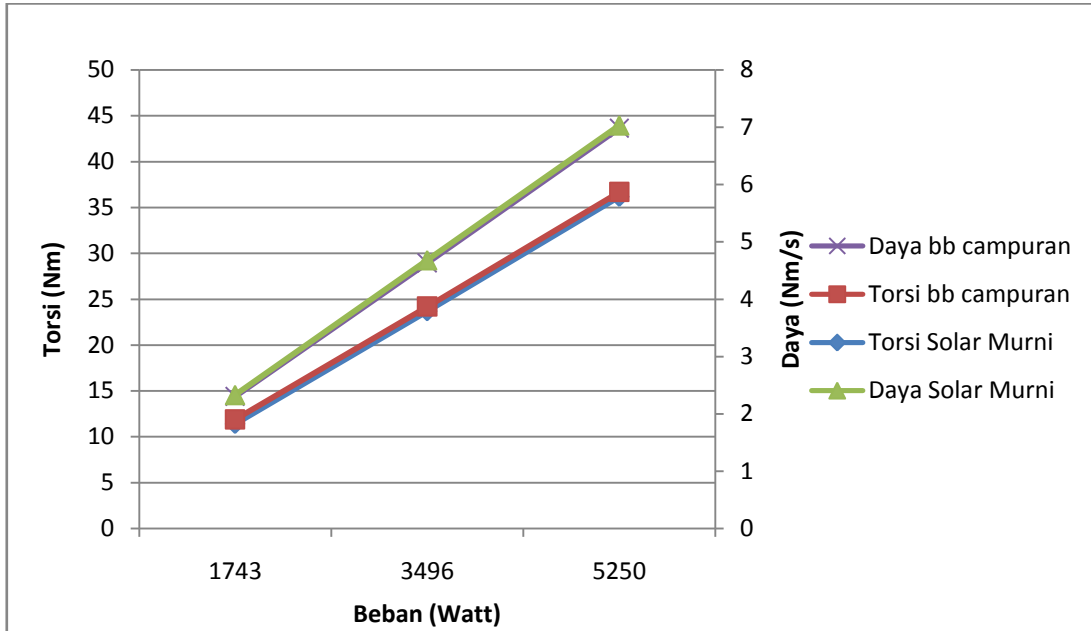
Gambar 12. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>



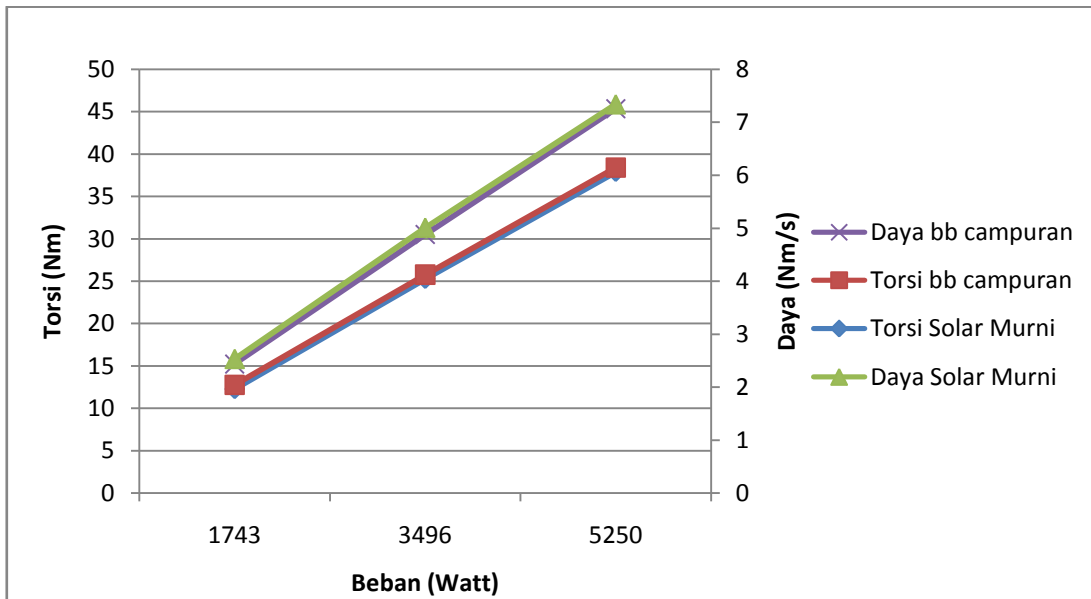
Gambar 13. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>



Gambar 14. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

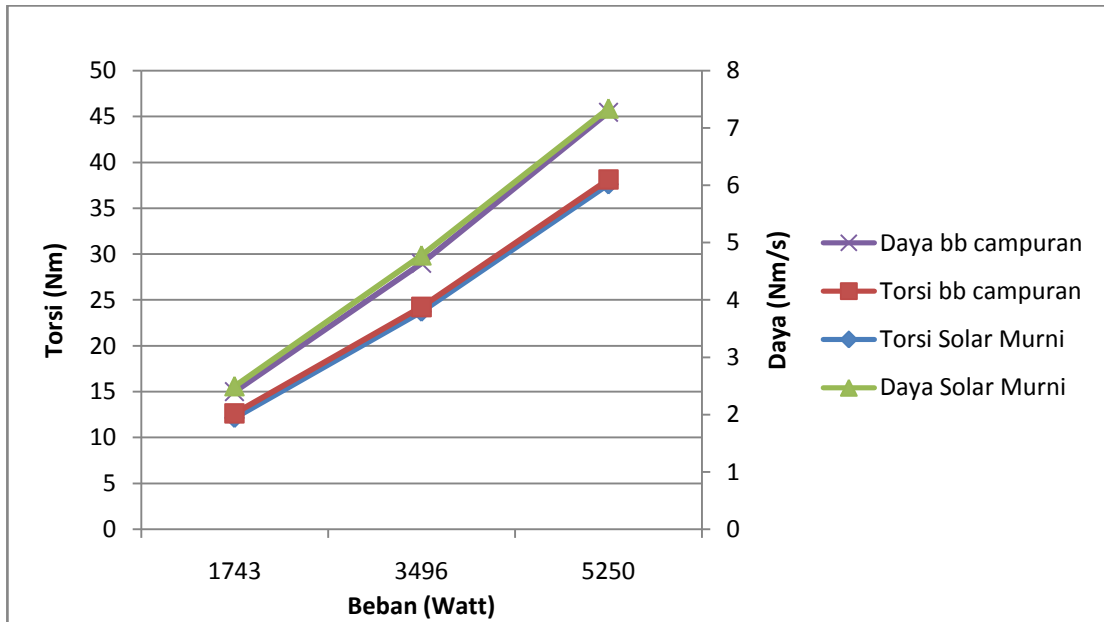


Gambar 15. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

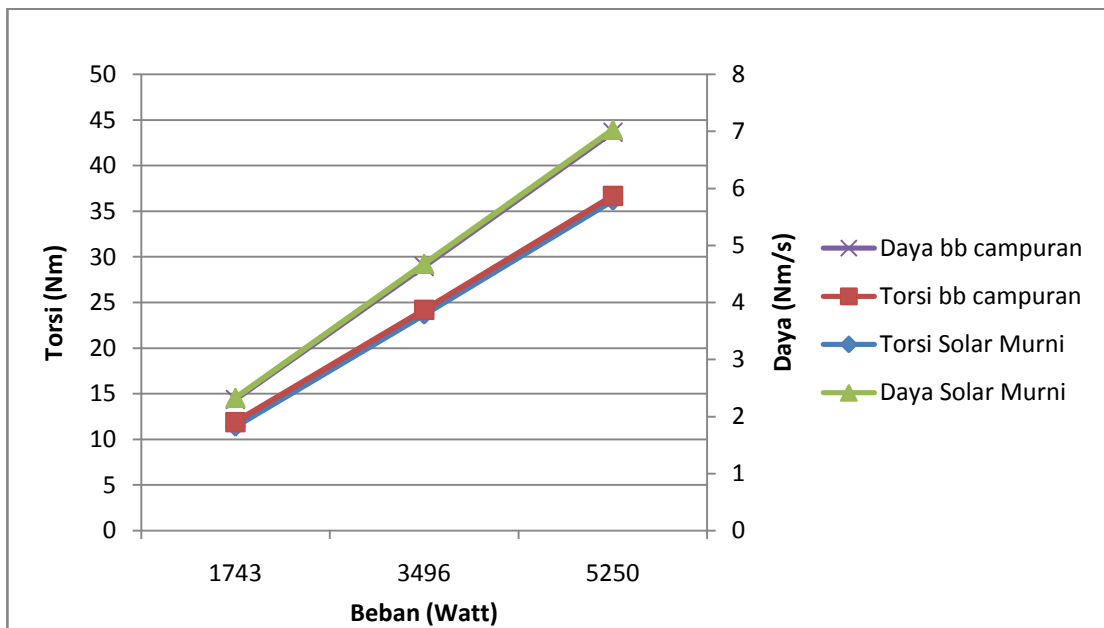


Gambar 16. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

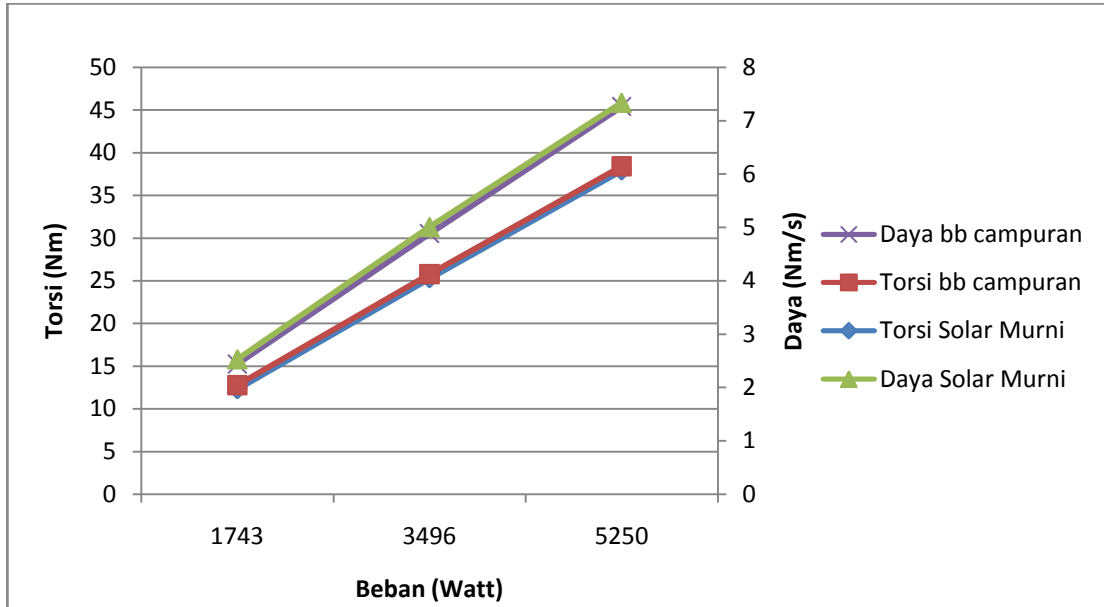




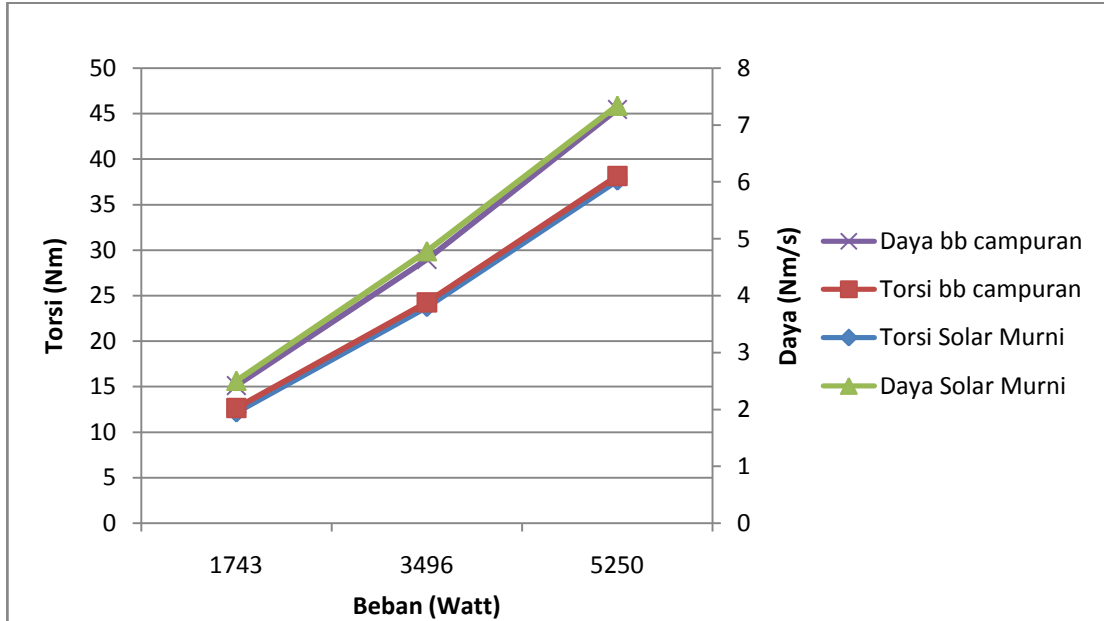
Gambar 17. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>



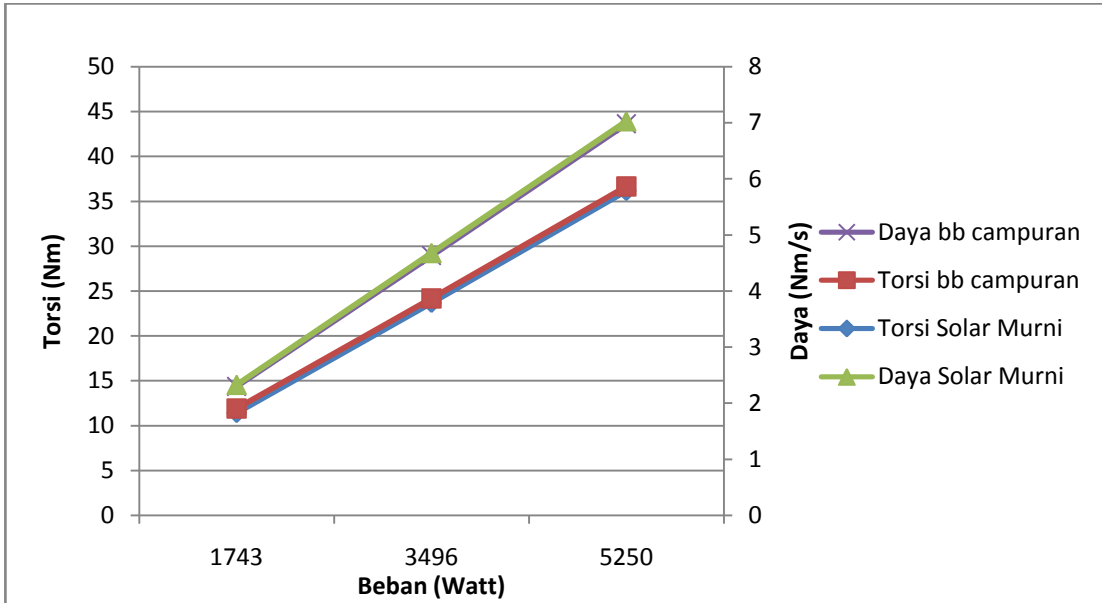
Gambar 18. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>



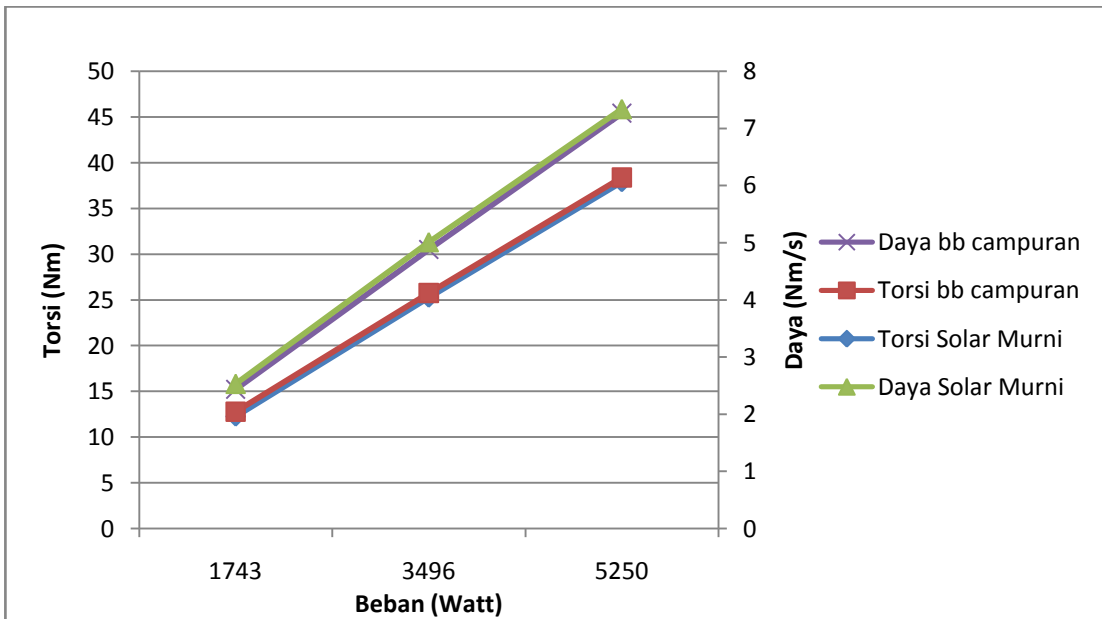
Gambar 19. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>



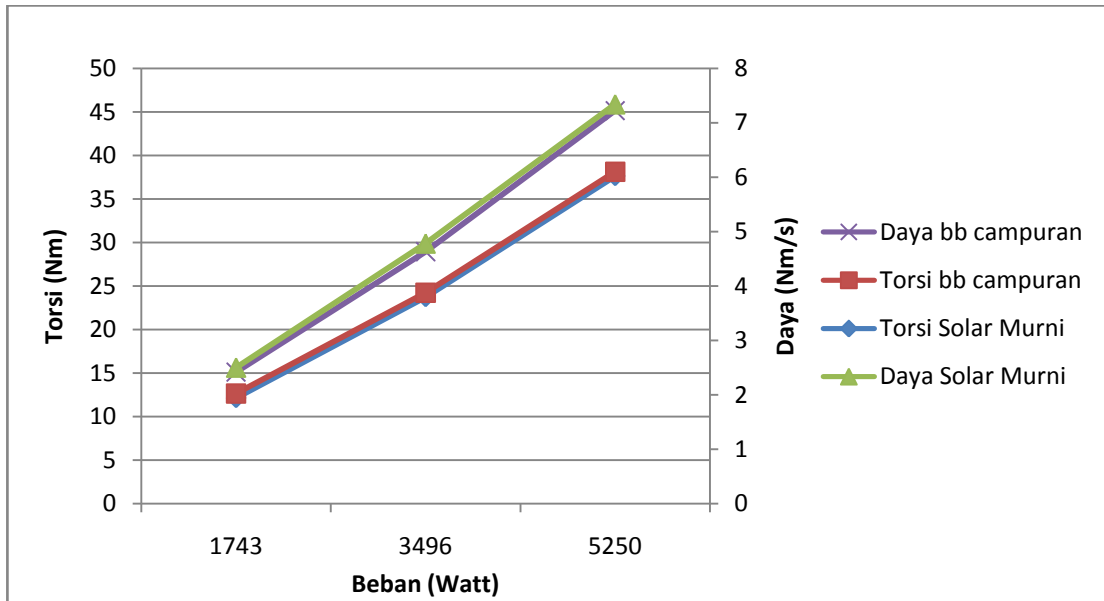
Gambar 20. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>



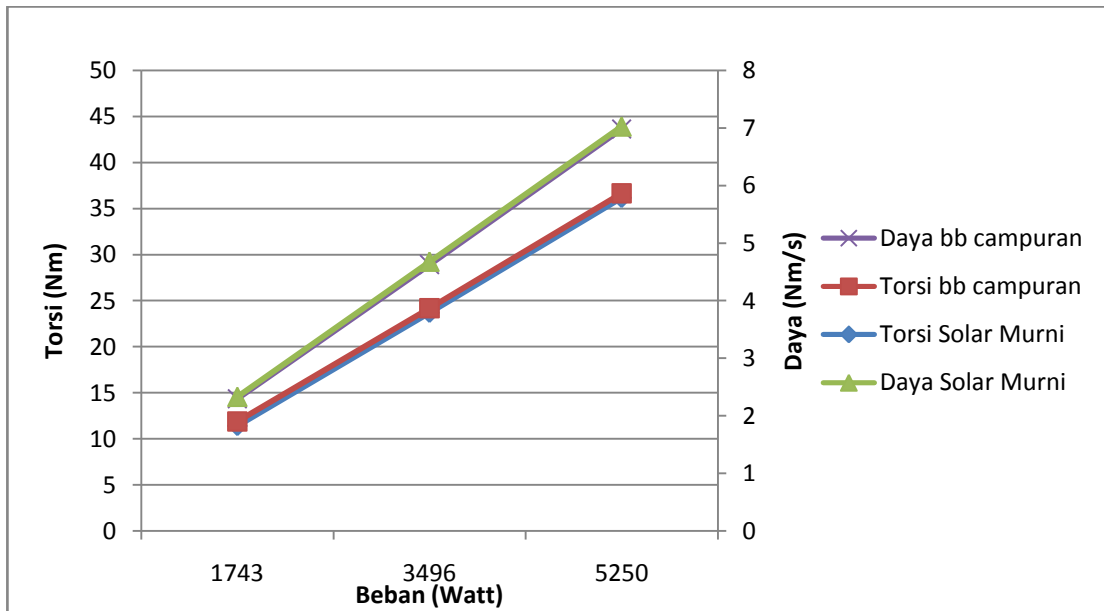
Gambar 21. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>



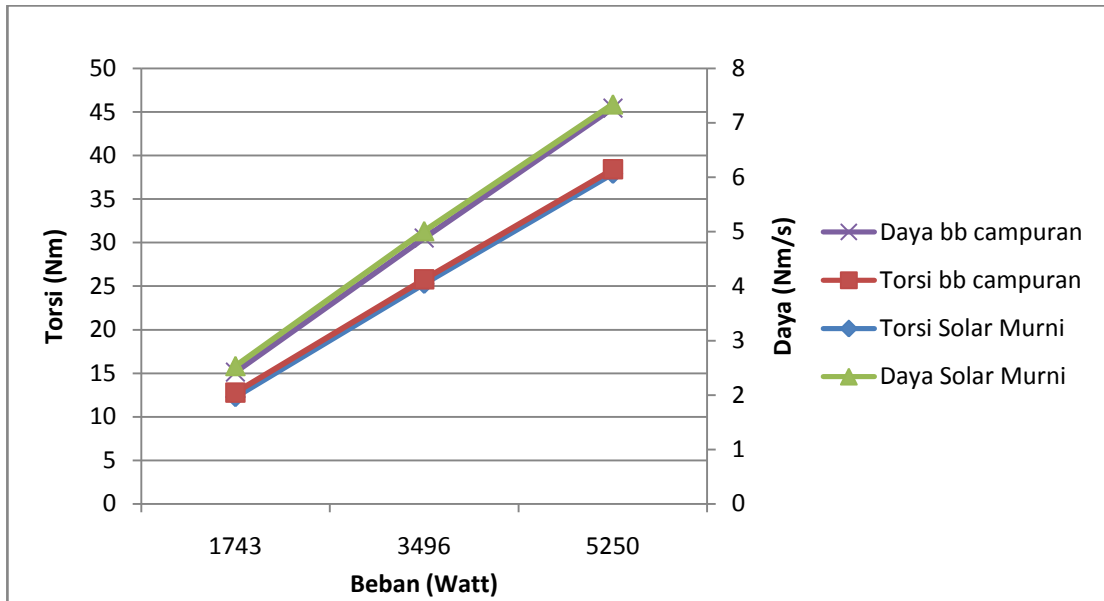
Gambar 22. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>



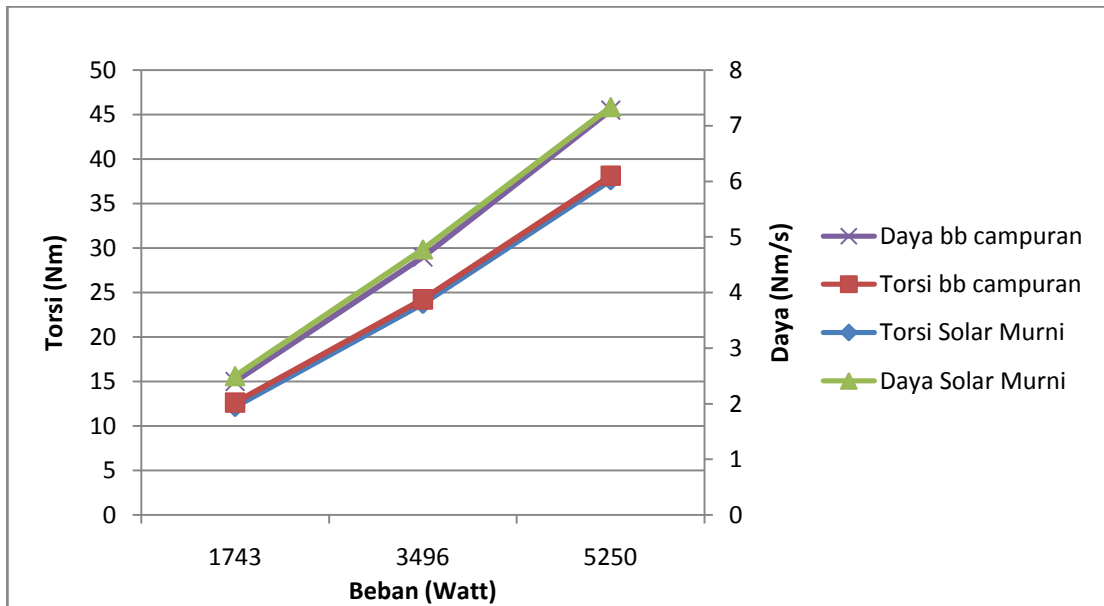
Gambar 23. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>



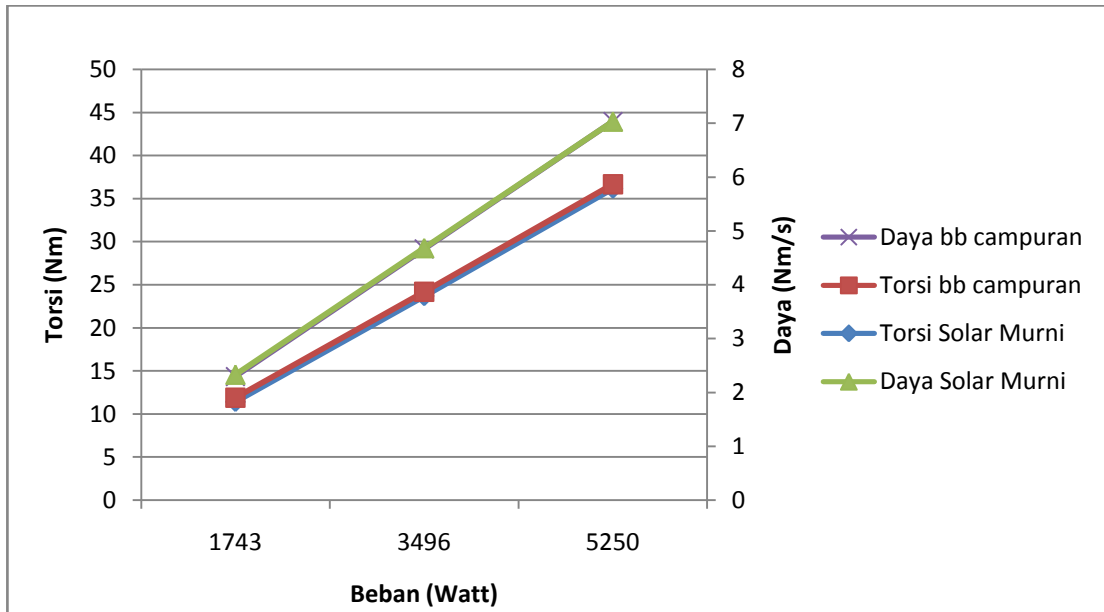
Gambar 24. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>



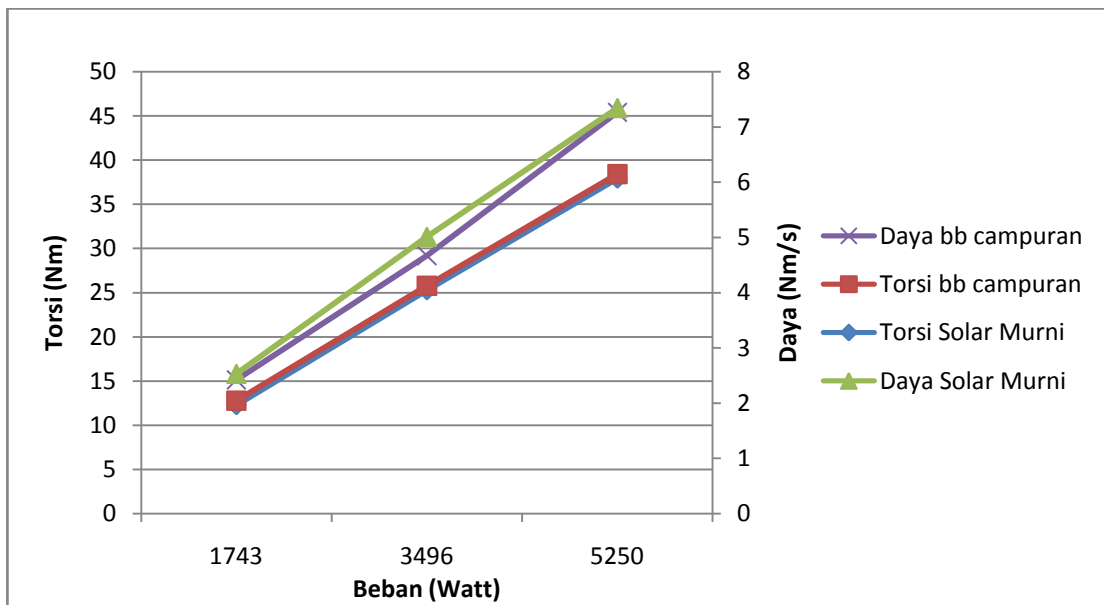
Gambar 25. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>



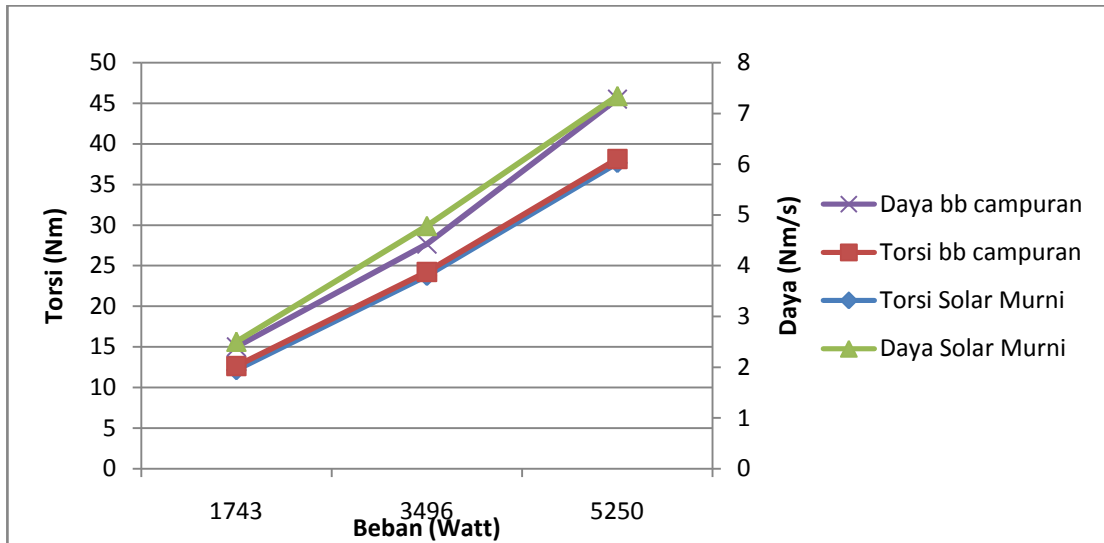
Gambar 26. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>



Gambar 27. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>



Gambar 28. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>



Gambar 29. Grafik perbandingan torsi dan daya terhadap beban mesin antara minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

## B. Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh setelah penelitian ternyata ada perubahan performa motor diesel jika bahan bakar dikombinasikan antara solar, minyak kemiri dan minyak kelapa terhadap daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (sfc). Terbukti juga bahwa minyak kemiri dan minyak kelapa dapat dijadikan bahan campuran solar untuk menghidupkan motor diesel. Karakteristik yang terlihat adalah menurunnya putaran mesin sehingga konsumsi bahan bakar meningkat. Hal tersebut terbukti dengan hasil penelitian yang dilakukan peneliti di Laboraturium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Campuran sebesar 5 % minyak kemiri dan minyak kelapa pada solar sudah terjadi peningkatan tingkat konsumsi bahan bakar jika dibanding dengan bahan bakar

solar murni. Dilihat dari daya dan torsi yang dihasilkan, dengan bertambahnya prosentase dan variasi tekanan injeksi campuran minyak kemiri dan minyak kelapa kedalam minyak solar, putaran mesin menurun, sedangkan daya dan torsi meningkat.

Viskositas bahan bakar solar relatif rendah, yaitu 1,6 - 5,8 pada suhu 100°C, sedangkan viskositas minyak kemiri 14,86 pada 100°C dan minyak kelapa viskositasnya 30,48 pada 100°C. Apabila minyak solar dicampur dengan minyak kemiri dan minyak kelapa dengan prosentase dan variasi tekanan injeksi tertentu maka akan terjadi perubahan viskositas. Perubahan viskositas cenderung kearah viskositas yang lebih tinggi. Campuran bahan bakar yang mempunyai viskositas tinggi tersebut digunakan pada motor diesel, maka bahan bakar tersebut tidak mudah mengalir kesistem pompa dan injeksi. Akibat yang terjadi selain beban mesin bertambah ada kemungkinan juga tidak terjadi penyemprotan dan atomisasi juga tidak baik pada saat diinjeksikan kedalam ruang bakar, sehingga pembakaran kurang sempurna yang mengakibatkan unjuk kerja mesin menurun. Menurunnya unjuk kerja mesin mengakibatkan pemakaian bahan bakar semakin boros.

Bahan bakar campuran yang menghasilkan viskositas lebih tinggi akan menghasilkan gaya penetrasi besar dan membutuhkan waktu lebih lama untuk bercampur dengan udara. Butiran bahan bakar yang besar ini akan menyerap panas yang dihasilkan dalam proses kompresi untuk penguapan butiran tersebut agar membentuk gas. Akibatnya proses pembakaran tidak sempurna sehingga putaran mesin menurun, demikian juga dengan daya mesin juga menurun.



Pada percampuran solar, minyak kemiri dan minyak kelapa oleh karena berat jenis minyak kemiri dan minyak kelapa lebih besar, maka percampuran ketiga minyak tersebut mengakibatkan berat jenis menjadi lebih tinggi jika dibandingkan dengan solar murni. Berat jenis minyak merupakan berat sejumlah minyak dengan berat sejumlah air pada jumlah volume dan kondisi yang sama. Hal ini akan mengakibatkan sifat buruk pada penyalaan karena air tidak dapat terbakar sehingga menyebabkan bahan bakar tidak terbakar habis dan kandungan residu meningkat.

Pada konsumsi bahan bakar juga dihasilkan kondisi yang serupa, yaitu semakin besar konsentrasi minyak kemiri dan minyak kelapa dalam campuran akan cenderung meningkatkan bahan bakar spesifik, hal ini tentunya dapat dikaitkan dengan nilai *heating value* campuran lebih rendah dibandingkan dengan solar murni, sehingga untuk menghasilkan daya pengeluaran persatuan waktu tentunya dibutuhkan konsumsi bahan bakar yang lebih banyak.

Prestasi kerja motor berkaitan dengan jumlah kalor yang diberikan selama pembakaran. Nilai kalor minyak solar 10.917 kkal/kg, minyak kemiri 10.823 kkal/kg dan minyak kelapa 8.872 kkal/kg. Percampuran solar dengan salah satu atau kedua minyak tersebut, akan terjadi penurunan nilai kalor jika dibandingkan dengan nilai kalor solar murni. Bahan bakar dengan nilai kalor rendah membutuhkan bahan bakar lebih banyak untuk menghasilkan tenaga untuk tiap daya kudanya (dk) jika dibanding dengan bahan bakar yang nilai kalornya tinggi. Dengan demikian

bahan bakar yang nilai kalornya rendah jumlah bahan bakar yang digunakan menjadi lebih boros.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Perbandingan Performa dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Diesel Satu Silinder Dengan Variasi Tekanan Injeksi Bahan Bakar dan Variasi Campuran Bahan Bakar Solar, Minyak Kelapa, dan Minyak Kemiri” dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Ada perbedaan unjuk kerja motor diesel satu silinder yang menggunakan campuran bahan bakar: solar + minyak kemiri, campuran: solar + minyak kelapa, campuran: solar + minyak kemiri + minyak kelapa, dibanding yang hanya menggunakan solar murni. Semakin tinggi konsentrasi minyak nabati didalam campuran, semakin menurun unjuk kerja motor diesel.
2. Minyak kelapa dan minyak kemiri dapat dijadikan sebagai bahan alternatif untuk dicampur dengan solar dalam campuran tertentu.

#### **B. Saran**

1. Untuk mendapatkan konsumsi bahan bakar yang relatif sama seperti jika menggunakan solar murni, prosentase minyak kelapa dan minyak kemiri tidak melebihi 15 % karena apabila lebih dari 15 % maka konsumsi bahan bakar akan semakin boros sehingga daya dan torsi akan mengalami penurunan.

2. Perlu perbaikan karakter minyak kelapa dan minyak kemiri agar mendekati persyaratan minyak solar, sehingga jika terjadi krisis bahan bakar solar sebagai bahan penggantinya dapat menggunakan minyak kelapa atau minyak kemiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Ahmad Budi Junaidi, Abdul Ghofur dan Doni Rahmat Wicakso. 2012. "Sintesis Cetane Imrover dari Biodiesel Minyak Jarak Pagar dan Pengujianya pada Mesin Diesel". *Jurnal Sains dan Terapan kimia*. Volume 6, No.1. Hal 46-58.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arismunandar, Wiranto dan Koichi Tsuda. 2008. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Daryanto. 2008. *Teknik Merawat Auto Mobil Lengkap*. Bandung: Yrama Widya
- . 2001. *Teknik Servis Mobil*. Jakarta: Rineka Cipta
- Kristanto, Philip dan Rahardjo Tirtoatmodjo. 2000. "Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 JA 1". *Jurnal Teknik Mesin*. Volume 2, No.1. Hal 7-14.
- Rabiman, dan Zainal Arifin. 2011. *System Bahan Bakar Motor Diesel*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sukoco dan Zainal Arifin. 2008. *Teknologi Motor Diesel*. Bandung: Alfabeta
- . 2009. *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta
- Suprpto. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas. Buku Ajar*. Semarang: Jurusan Teknik Mesin UNNES

## Lampiran 1

### Perhitungan Data Penelitian

1. Data Perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 100 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I+V.I+V.I$$

$$= 210.8,3+210.0+210.0$$

$$= 1743 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I+V.I+V.I$$

$$= 210.8,25+210.8,4+210.0$$

$$= 1732,5+1764$$

$$= 3496 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I+V.I+V.I$$

$$= 210.8,4+210.8,4+210.8,2$$

$$= 1764+1764+1722$$

$$= 5250 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1743 \cdot 60}{2\pi 1460}$$

$$= \frac{104580}{9173,45}$$

$$= 11,40 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3496,5 \cdot 60}{2\pi 1409}$$

$$= \frac{209790}{8853}$$

$$= 23,69 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5250 \cdot 60}{2\pi 1386}$$

$$= \frac{315000}{8708,49}$$

$$= 36,17 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1460}{60} 11,40 \frac{1}{746}$$

$$= 2,33 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1409}{60} 23,69 \frac{1}{746}$$

$$= 4,68 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1386}{60} 36,17 \frac{1}{746}$$

$$= 7,03 \text{ Nm/s}$$

2. Data Perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 100 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,6 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1892 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,6 + 220.0$$

$$= 1848 + 1892$$

$$= 3740 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,3 + 220.8,1$$

$$= 1848 + 1826 + 1782$$

$$= 5478 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1892 \cdot 60}{2\pi 1472}$$

$$= \frac{113520}{9248,84}$$

$$= 12,27 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3740 \cdot 60}{2\pi 1413}$$

$$= \frac{224400}{8878,14}$$

$$= 25,27 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5478 \cdot 60}{2\pi 1380}$$

$$= \frac{328680}{8670,79}$$

$$= 37,90 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1472}{60} 12,27 \frac{1}{746}$$

$$= 2,53 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1413}{60} 25,27 \frac{1}{746}$$

$$= 5,01 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1380}{60} 37,90 \frac{1}{746}$$

$$= 7,34 \text{ Nm/s}$$

3. Data Perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 100 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,5 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1870 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,6 + 210.0$$

$$= 1764 + 1806$$

$$= 3570 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,1$$

$$= 1848 + 1848 + 1782$$

$$= 5478 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1870 \cdot 60}{2\pi 1469}$$

$$= \frac{112200}{9229,1}$$

$$= 12,15 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3570 \cdot 60}{2\pi 1436}$$

$$= \frac{214200}{9022,65}$$

$$= 23,74 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5478 \cdot 60}{2\pi 1390}$$

$$= \frac{328680}{8733,62}$$

$$= 37,63 \text{ Nm}$$



$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1469}{60} 12,15 \frac{1}{746}$$

$$= 2,50 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1436}{60} 23,74 \frac{1}{746}$$

$$= 4,78 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1390}{60} 37,63 \frac{1}{746}$$

$$= 7,34 \text{ Nm/s}$$

4. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$T_{\text{orsi}} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = V \cdot I + V \cdot I + V \cdot I$$

$$= 220 \cdot 8,5 + 220 \cdot 0 + 220 \cdot 0$$

$$= 1870 \text{ Watt}$$

$$20L = \frac{1870 \cdot 60}{2\pi 1471}$$

$$= \frac{112200}{9242,56}$$

$$= 12,13 \text{ Nm}$$

$$40L = V \cdot I + V \cdot I + V \cdot I$$

$$= 210 \cdot 8,4 + 210 \cdot 8,6 + 210 \cdot 0$$

$$= 1764 + 1806$$

$$= 3570 \text{ Watt}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3570 \cdot 60}{2\pi 1436}$$

$$= \frac{214200}{9022,65}$$

$$= 23,74 \text{ Nm}$$

$$60L = V \cdot I + V \cdot I + V \cdot I$$

$$= 220 \cdot 8,4 + 220 \cdot 8,4 + 220 \cdot 8,1$$

$$= 1848 + 1848 + 1782$$

$$= 5478 \text{ Watt}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5478 \cdot 60}{2\pi 1387}$$

$$= \frac{328680}{8714,77}$$

$$= 37,71 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1471}{60} 12,13 \frac{1}{746}$$

$$= 2,50 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1436}{60} 23,74 \frac{1}{746}$$

$$= 4,78 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1387}{60} 37,71 \frac{1}{746}$$

$$= 7,34 \text{ Nm/s}$$

5. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210,8,5 + 210,0 + 210,0$$

$$= 1785 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210,8,3 + 210,8,5 + 210,0$$

$$= 1743 + 1785$$

$$= 3528 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210,8,3 + 210,8,3 + 210,8,0$$

$$= 1743 + 1743 + 1680$$

$$= 5166 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1785 \cdot 60}{2\pi 1454}$$

$$= \frac{107100}{9135,75}$$

$$= 11,72 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3528 \cdot 60}{2\pi 1424}$$

$$= \frac{211680}{8947,25}$$

$$= 23,65 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5166 \cdot 60}{2\pi 1369}$$

$$= \frac{309960}{8601,68}$$

$$= 36,03 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1454}{60} 11,72 \frac{1}{746}$$

$$= 2,39 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1424}{60} 23,65 \frac{1}{746}$$

$$= 4,72 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1369}{60} 36,03 \frac{1}{746}$$

$$= 6,92 \text{ Nm/s}$$

6. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,3 + 210.8,0$$

$$= 1764 + 1743 + 1680$$

$$= 5187 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1448}$$

$$= \frac{110880}{9098,05}$$

$$= 12,18 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1429}$$

$$= \frac{212940}{8978,67}$$

$$= 23,71 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5187 \cdot 60}{2\pi 1379}$$

$$= \frac{311220}{8664,51}$$

$$= 35,91 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1448}{60} 12,18 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1429}{60} 23,71 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1379}{60} 35,91 \frac{1}{746}$$

$$= 6,95 \text{ Nm/s}$$

7. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,5 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1870 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,3 + 220.8,0$$

$$= 1848 + 1826 + 1760$$

$$= 5434 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1870 \cdot 60}{2\pi 1463}$$

$$= \frac{112200}{9192,30}$$

$$= 12,20 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1428}$$

$$= \frac{212940}{8972,38}$$

$$= 23,73 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5434 \cdot 60}{2\pi 1377}$$

$$= \frac{326040}{8651,94}$$

$$= 37,68 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1463}{60} 12,20 \frac{1}{746}$$

$$= 2,50 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1428}{60} 23,73 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1377}{60} 37,68 \frac{1}{746}$$

$$= 7,28 \text{ Nm/s}$$

8. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,5 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1870 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,7 + 210.0$$

$$= 1848 + 1914$$

$$= 3762 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,1$$

$$= 1848 + 1848 + 1782$$

$$= 5478 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1870 \cdot 60}{2\pi 1479}$$

$$= \frac{112200}{9292,83}$$

$$= 12,07 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3762 \cdot 60}{2\pi 1444}$$

$$= \frac{225720}{9072,91}$$

$$= 24,87 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5478 \cdot 60}{2\pi 1392}$$

$$= \frac{328680}{8746,19}$$

$$= 37,57 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1479}{60} 12,07 \frac{1}{746}$$

$$= 2,50 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1444}{60} 24,87 \frac{1}{746}$$

$$= 5,04 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1392}{60} 37,57 \frac{1}{746}$$

$$= 7,34 \text{ Nm/s}$$

9. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,6 + 210.0$$

$$= 1764 + 1806$$

$$= 3570 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,4 + 210.8,0$$

$$= 1764 + 1764 + 1680$$

$$= 5208 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1442}$$

$$= \frac{110880}{9060,35}$$

$$= 12,23 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3570 \cdot 60}{2\pi 1428}$$

$$= \frac{214200}{8972,38}$$

$$= 23,87 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5208 \cdot 60}{2\pi 1376}$$

$$= \frac{312480}{8645,66}$$

$$= 36,14 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1442}{60} 12,23 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1428}{60} 23,87 \frac{1}{746}$$

$$= 4,78 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1376}{60} 36,14 \frac{1}{746}$$

$$= 6,98 \text{ Nm/s}$$

10. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{\text{beban}} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,5 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1870 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,0$$

$$= 1848 + 1848 + 1760$$

$$= 5456 \text{ Watt}$$

$$\text{Torsi} = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1870 \cdot 60}{2\pi 1471}$$

$$= \frac{112200}{9242,56}$$

$$= 12,13 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1435}$$

$$= \frac{212940}{9016,37}$$

$$= 23,61 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{\text{beban}} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5456 \cdot 60}{2\pi 1385}$$

$$= \frac{327360}{8702,21}$$

$$= 37,61 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1471}{60} 12,13 \frac{1}{746}$$

$$= 2,50 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1435}{60} 23,61 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1385}{60} 37,61 \frac{1}{746}$$

$$= 7,31 \text{ Nm/s}$$

11. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,5 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1870 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,6 + 210.0$$

$$= 1764 + 1806$$

$$= 3570 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,0$$

$$= 1848 + 1848 + 1760$$

$$= 5456 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1870 \cdot 60}{2\pi 1474}$$

$$= \frac{112200}{9261,41}$$

$$= 12,11 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3570 \cdot 60}{2\pi 1433}$$

$$= \frac{214200}{9003,80}$$

$$= 23,78 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5456 \cdot 60}{2\pi 1384}$$

$$= \frac{327360}{8695,92}$$

$$= 37,64 \text{ Nm}$$



$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1474}{60} 12,11 \frac{1}{746}$$

$$= 2,50 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1433}{60} 23,78 \frac{1}{746}$$

$$= 4,78 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1384}{60} 37,64 \frac{1}{746}$$

$$= 7,31 \text{ Nm/s}$$

12. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kelapa 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,1$$

$$= 1848 + 1848 + 1782$$

$$= 5478 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1460}$$

$$= \frac{110880}{9173,45}$$

$$= 12,08 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1441}$$

$$= \frac{212940}{9054,07}$$

$$= 23,51 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5478 \cdot 60}{2\pi 1388}$$

$$= \frac{328680}{8721,06}$$

$$= 37,68 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1460}{60} 12,08 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1441}{60} 23,51 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1388}{60} 37,68 \frac{1}{746}$$

$$= 7,34 \text{ Nm/s}$$

13. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,3 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1743 + 1785$$

$$= 3528 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,3 + 210.8,3 + 210.8,0$$

$$= 1743 + 1743 + 1680$$

$$= 5166 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1458}$$

$$= \frac{110880}{9160,88}$$

$$= 12,10 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3528 \cdot 60}{2\pi 1417}$$

$$= \frac{211680}{8903,27}$$

$$= 23,77 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5166 \cdot 60}{2\pi 1373}$$

$$= \frac{309960}{8626,81}$$

$$= 35,92 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1458}{60} 12,10 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1417}{60} 23,77 \frac{1}{746}$$

$$= 4,72 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1373}{60} 35,92 \frac{1}{746}$$

$$= 6,92 \text{ Nm/s}$$

14. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,3 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1743 + 1785$$

$$= 3528 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,3 + 210.8,0$$

$$= 1764 + 1743 + 1680$$

$$= 5187 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1460}$$

$$= \frac{110880}{9173,45}$$

$$= 12,08 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3528 \cdot 60}{2\pi 1416}$$

$$= \frac{211680}{8896,99}$$

$$= 23,79 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5187 \cdot 60}{2\pi 1368}$$

$$= \frac{311220}{8595,39}$$

$$= 36,20 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1460}{60} 12,08 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1416}{60} 23,79 \frac{1}{746}$$

$$= 4,72 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1368}{60} 36,20 \frac{1}{746}$$

$$= 6,95 \text{ Nm/s}$$

15. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 95 % + minyak kemiri 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1764 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,3 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1743 + 1785$$

$$= 3528 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,3 + 210.8,0$$

$$= 1764 + 1743 + 1680$$

$$= 5187 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1764 \cdot 60}{2\pi 1438}$$

$$= \frac{105840}{9035,22}$$

$$= 11,71 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3528 \cdot 60}{2\pi 1421}$$

$$= \frac{211680}{8928,40}$$

$$= 23,70 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5187 \cdot 60}{2\pi 1368}$$

$$= \frac{311220}{8595,39}$$

$$= 36,20 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1438}{60} 11,71 \frac{1}{746}$$

$$= 2,36 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1421}{60} 23,70 \frac{1}{746}$$

$$= 4,72 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1368}{60} 36,20 \frac{1}{746}$$

$$= 6,95 \text{ Nm/s}$$

16. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,5 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1870 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,3 + 210.8,6 + 210.0$$

$$= 1743 + 1806$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,3 + 210.8,4 + 210.8,0$$

$$= 1743 + 1764 + 1680$$

$$= 5187 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1870 \cdot 60}{2\pi 1473}$$

$$= \frac{112200}{9255,13}$$

$$= 12,12 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1420}$$

$$= \frac{212940}{8922,12}$$

$$= 23,86 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5187 \cdot 60}{2\pi 1363}$$

$$= \frac{311220}{8563,98}$$

$$= 36,34 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1473}{60} 12,12 \frac{1}{746}$$

$$= 2,50 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1420}{60} 23,86 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1363}{60} 36,34 \frac{1}{746}$$

$$= 6,95 \text{ Nm/s}$$

17. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,4 + 210.8,0$$

$$= 1764 + 1764 + 1680$$

$$= 5208 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1450}$$

$$= \frac{110880}{9110,61}$$

$$= 12,17 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1415}$$

$$= \frac{212940}{8890,70}$$

$$= 23,95 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5208 \cdot 60}{2\pi 1366}$$

$$= \frac{312480}{8582,83}$$

$$= 36,40 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1450}{60} 12,17 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1415}{60} 23,95 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1366}{60} 36,40 \frac{1}{746}$$

$$= 6,97 \text{ Nm/s}$$

18. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1764 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,1$$

$$= 1848 + 1848 + 1782$$

$$= 5478 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1764 \cdot 60}{2\pi 1444}$$

$$= \frac{105840}{9072,91}$$

$$= 11,66 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1410}$$

$$= \frac{212940}{8859,29}$$

$$= 24,03 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5478 \cdot 60}{2\pi 1389}$$

$$= \frac{328680}{8727,34}$$

$$= 37,66 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1444}{60} 11,66 \frac{1}{746}$$

$$= 2,36 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1410}{60} 24,03 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1389}{60} 37,66 \frac{1}{746}$$

$$= 7,34 \text{ Nm/s}$$

19. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,3 + 210.8,1$$

$$= 1764 + 1743 + 1701$$

$$= 5208 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1470}$$

$$= \frac{110880}{9236,28}$$

$$= 12,00 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1431}$$

$$= \frac{212940}{8991,23}$$

$$= 23,68 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5208 \cdot 60}{2\pi 1368}$$

$$= \frac{312480}{8595,39}$$

$$= 36,35 \text{ Nm}$$



$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1470}{60} 12,00 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1431}{60} 23,68 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1368}{60} 36,35 \frac{1}{746}$$

$$= 6,98 \text{ Nm/s}$$

20. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,4 + 210.8,1$$

$$= 1764 + 1764 + 1701$$

$$= 5229 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1453}$$

$$= \frac{110880}{9129,46}$$

$$= 12,14 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1431}$$

$$= \frac{212940}{8991,23}$$

$$= 23,68 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5229 \cdot 60}{2\pi 1377}$$

$$= \frac{313740}{8651,94}$$

$$= 36,26 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1453}{60} 12,14 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1431}{60} 23,68 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1377}{60} 36,26 \frac{1}{746}$$

$$= 7,00 \text{ Nm/s}$$

21. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 15 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,1$$

$$= 1848 + 1848 + 1782$$

$$= 5478 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1446}$$

$$= \frac{110880}{9085,48}$$

$$= 12,20 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1420}$$

$$= \frac{212940}{8922,12}$$

$$= 23,86 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5478 \cdot 60}{2\pi 1389}$$

$$= \frac{328680}{8727,34}$$

$$= 37,66 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1446}{60} 12,20 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1420}{60} 23,86 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1389}{60} 37,66 \frac{1}{746}$$

$$= 7,34 \text{ Nm/s}$$

22. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,3 + 210.8,1$$

$$= 1764 + 1743 + 1701$$

$$= 5208 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1466}$$

$$= \frac{110880}{9211,14}$$

$$= 12,03 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1417}$$

$$= \frac{212940}{8903,27}$$

$$= 23,91 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5208 \cdot 60}{2\pi 1353}$$

$$= \frac{312480}{8501,14}$$

$$= 36,75 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1466}{60} 12,03 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1417}{60} 23,91 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1353}{60} 36,75 \frac{1}{746}$$

$$= 6,97 \text{ Nm/s}$$

23. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,4 + 210.8,1$$

$$= 1764 + 1764 + 1701$$

$$= 5229 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1451}$$

$$= \frac{110880}{9116,90}$$

$$= 12,16 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1409}$$

$$= \frac{212940}{8853,00}$$

$$= 24,05 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5229 \cdot 60}{2\pi 1353}$$

$$= \frac{313740}{8501,14}$$

$$= 36,90 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1451}{60} 12,16 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1409}{60} 24,05 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1353}{60} 36,90 \frac{1}{746}$$

$$= 7,00 \text{ Nm/s}$$

24. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 90 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,3 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1743 + 1785$$

$$= 3528 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,4 + 210.8,2$$

$$= 1764 + 1764 + 1722$$

$$= 5250 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1429}$$

$$= \frac{110880}{8978,67}$$

$$= 12,34 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3528 \cdot 60}{2\pi 1404}$$

$$= \frac{211680}{8821,59}$$

$$= 23,99 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5250 \cdot 60}{2\pi 1370}$$

$$= \frac{315000}{8607,96}$$

$$= 36,59 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1429}{60} 12,34 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1404}{60} 23,99 \frac{1}{746}$$

$$= 4,72 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1370}{60} 36,59 \frac{1}{746}$$

$$= 7,03 \text{ Nm/s}$$

25. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,3 + 210.8,1$$

$$= 1764 + 1743 + 1701$$

$$= 5208 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1469}$$

$$= \frac{110880}{9229,99}$$

$$= 12,01 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1429}$$

$$= \frac{212940}{8978,67}$$

$$= 23,71 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5208 \cdot 60}{2\pi 1365}$$

$$= \frac{312480}{8576,54}$$

$$= 36,43 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1469}{60} 12,01 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1429}{60} 23,71 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1365}{60} 36,43 \frac{1}{746}$$

$$= 6,98 \text{ Nm/s}$$

26. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1764 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,4 + 210.8,2$$

$$= 1764 + 1764 + 1722$$

$$= 5250 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1764 \cdot 60}{2\pi 1438}$$

$$= \frac{105840}{9035,22}$$

$$= 11,71 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1423}$$

$$= \frac{212940}{8940,97}$$

$$= 23,81 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5250 \cdot 60}{2\pi 1368}$$

$$= \frac{315000}{8595,39}$$

$$= 36,64 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1438}{60} 11,71 \frac{1}{746}$$

$$= 2,36 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1423}{60} 23,81 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1368}{60} 36,64 \frac{1}{746}$$

$$= 7,03 \text{ Nm/s}$$

27. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 10 % + minyak kelapa 5 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1764 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,2$$

$$= 1848 + 1848 + 1804$$

$$= 5500 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1764 \cdot 60}{2\pi 1445}$$

$$= \frac{105840}{9079,20}$$

$$= 11,65 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1417}$$

$$= \frac{212940}{8903,27}$$

$$= 23,91 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5500 \cdot 60}{2\pi 1374}$$

$$= \frac{330000}{8633,09}$$

$$= 38,22 \text{ Nm}$$



$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1445}{60} 11,65 \frac{1}{746}$$

$$= 2,36 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1417}{60} 23,91 \frac{1}{746}$$

$$= 4,75 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1374}{60} 38,22 \frac{1}{746}$$

$$= 7,37 \text{ Nm/s}$$

28. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 100 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.0 + 220.0$$

$$= 1848 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,5 + 210.0$$

$$= 1848 + 1870$$

$$= 3718 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,3 + 220.8,0$$

$$= 1848 + 1826 + 1760$$

$$= 5434 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1848 \cdot 60}{2\pi 1466}$$

$$= \frac{110880}{9211,14}$$

$$= 12,03 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3718 \cdot 60}{2\pi 1429}$$

$$= \frac{223080}{8978,67}$$

$$= 24,84 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5434 \cdot 60}{2\pi 1369}$$

$$= \frac{326040}{8601,68}$$

$$= 37,90 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1466}{60} 12,03 \frac{1}{746} \quad 40L = \frac{2\pi 1429}{60} 24,84 \frac{1}{746} \quad 60L = \frac{2\pi 1369}{60} 37,90 \frac{1}{746}$$

$$= 2,47 \text{ Nm/s} \quad = 4,98 \text{ Nm/s} \quad = 7,28 \text{ Nm/s}$$

29. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 120 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$20L = \frac{1764 \cdot 60}{2\pi 1467}$$

$$= 210,8,4 + 210,0 + 210,0$$

$$= \frac{105840}{9217,43}$$

$$= 1764 \text{ Watt}$$

$$= 11,48 \text{ Nm}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= 210,8,4 + 210,8,5 + 210,0$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1417}$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= \frac{152940}{8903,27}$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$= 17,17 \text{ Nm}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= 210,8,4 + 210,8,4 + 210,8,1$$

$$= \frac{5229 \cdot 60}{2\pi 1367}$$

$$= 1764 + 1764 + 1701$$

$$= \frac{313740}{8589,11}$$

$$= 5229 \text{ Watt}$$

$$= 36,52 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20L = \frac{2\pi 1467}{60} 11,48 \frac{1}{746}$$

$$= 2,36 \text{ Nm/s}$$

$$40L = \frac{2\pi 1417}{60} 17,17 \frac{1}{746}$$

$$= 3,41 \text{ Nm/s}$$

$$60L = \frac{2\pi 1367}{60} 36,52 \frac{1}{746}$$

$$= 7,00 \text{ Nm/s}$$

30. Data perhitungan beban, torsi dan daya mesin untuk minyak solar 85 % + minyak kemiri 5 % + minyak kelapa 10 % dengan tekanan injeksi 140 kg/cm<sup>2</sup>.

$$P_{beban} = V \times I$$

$$20L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.0 + 210.0$$

$$= 1764 \text{ Watt}$$

$$40L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 210.8,4 + 210.8,5 + 210.0$$

$$= 1764 + 1785$$

$$= 3549 \text{ Watt}$$

$$60L = V.I + V.I + V.I$$

$$= 220.8,4 + 220.8,4 + 220.8,2$$

$$= 1848 + 1848 + 1804$$

$$= 5500 \text{ Watt}$$

$$Torsi = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$20L = \frac{1764 \cdot 60}{2\pi 1444}$$

$$= \frac{105840}{9072,91}$$

$$= 11,66 \text{ Nm}$$

$$40L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{3549 \cdot 60}{2\pi 1418}$$

$$= \frac{152940}{8909,55}$$

$$= 17,16 \text{ Nm}$$

$$60L = \frac{P_{beban} \cdot 60}{2\pi n}$$

$$= \frac{5500 \cdot 60}{2\pi 1382}$$

$$= \frac{330000}{8683,36}$$

$$= 38,00 \text{ Nm}$$

$$\text{Daya} = \frac{2\pi n}{60} T \frac{1}{746}$$

$$20\text{L} = \frac{2\pi 1444}{60} 11,66 \frac{1}{746}$$

$$= 2,36 \text{ Nm/s}$$

$$40\text{L} = \frac{2\pi 1418}{60} 17,16 \frac{1}{746}$$

$$= 3,41 \text{ Nm/s}$$

$$60\text{L} = \frac{2\pi 1382}{60} 38,00 \frac{1}{746}$$

$$= 7,37 \text{ Nm/s}$$

Lampiran 2

**DOKUMENTASI PENELITIAN**

