

SMART DRIVING DAN KONSUMSI BBM

Nazaruddin Sinaga



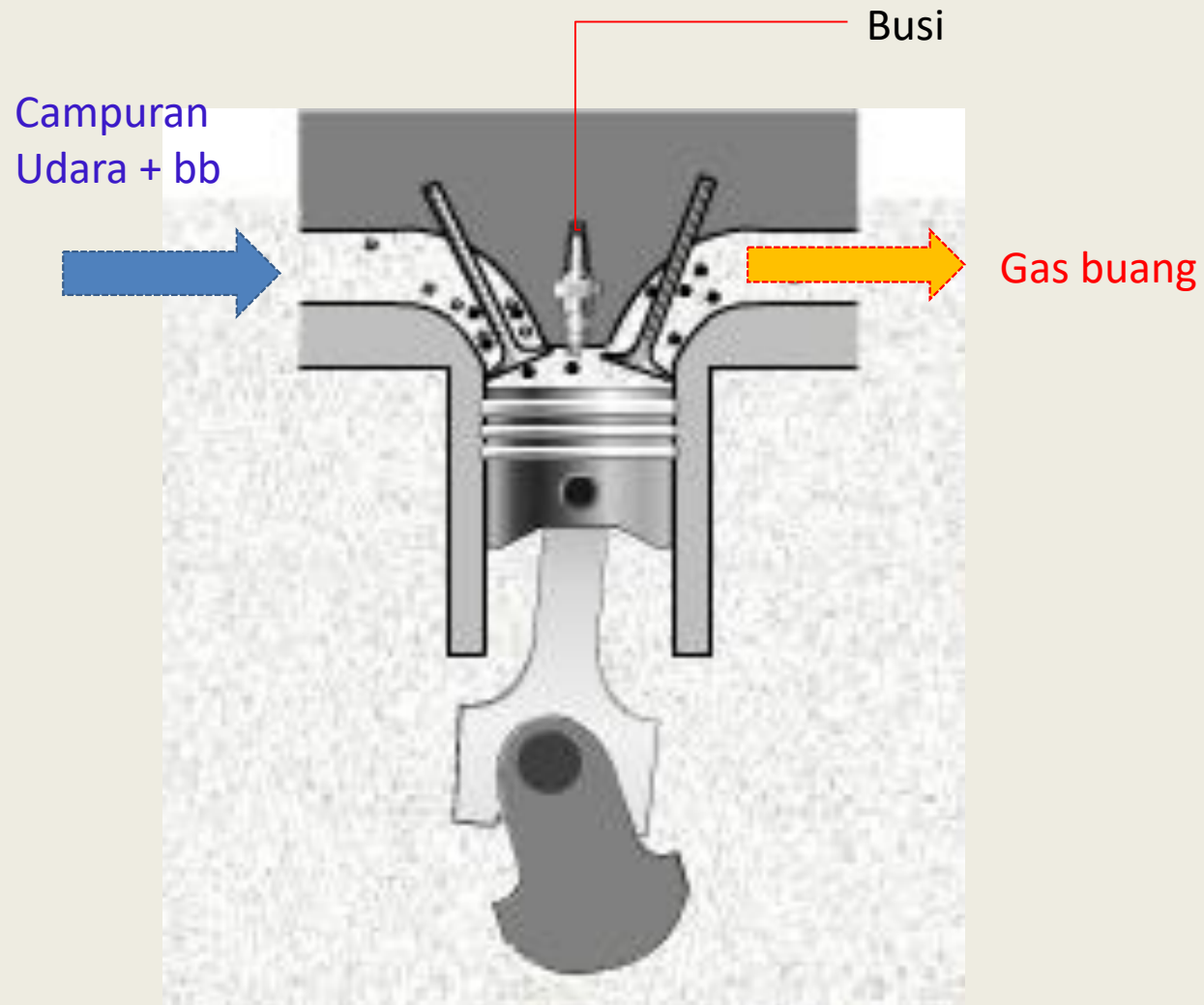
Laboratorium Efisiensi dan Konservasi Energi
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro



DAFTAR ISI

- ❖ **Motor Bensin dan Diesel**
- ❖ **Proses Pembakaran**
- ❖ **Rasio Udara – Bahan Bakar**
- ❖ **Aliran Energi pada Kendaraan**
- ❖ **Torsi dan Daya (Power)**
- ❖ **Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi BBM**
- ❖ **Perhitungan Daya**
- ❖ **Perhitungan Ekonomi dan Emisi**
- ❖ **Cara Menurunkan Konsumsi BBM**

MOTOR BENSIN



intake



compression

injection/combustion



power

fuel injector



exhaust



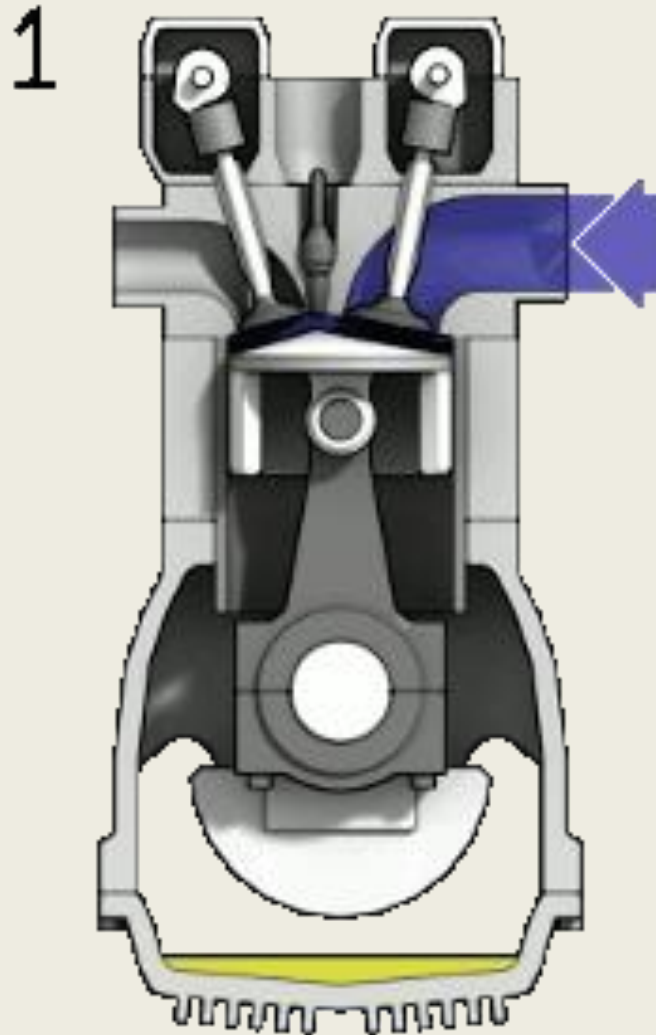
MOTOR DIESEL

1. Isap

2. Kompresi

3. Pembakaran

4. Buang



Pebandingan sistem suplai bahan bakar

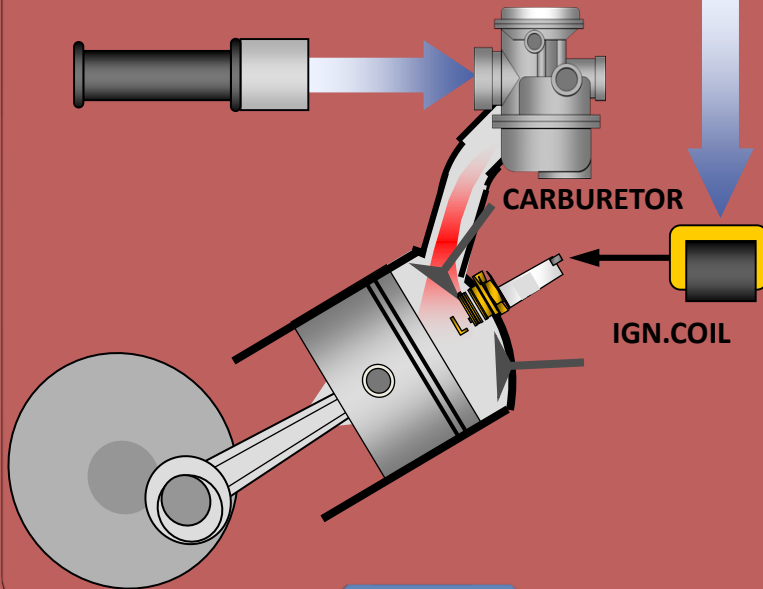
Karburator

SENSOR

- Engine Speed

CDI

- Ignition Timing



Video

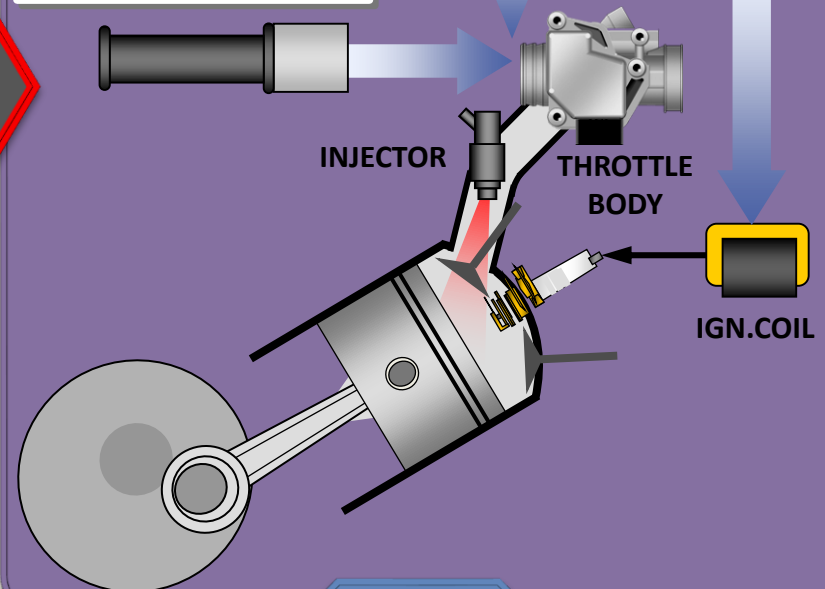
SENSOR

- Throttle Position
- Air Temperature
- Intake Pressure
- Engine Temperature
- Engine Speed
- Exhaust Gas O₂ Concentration

PGM-FI

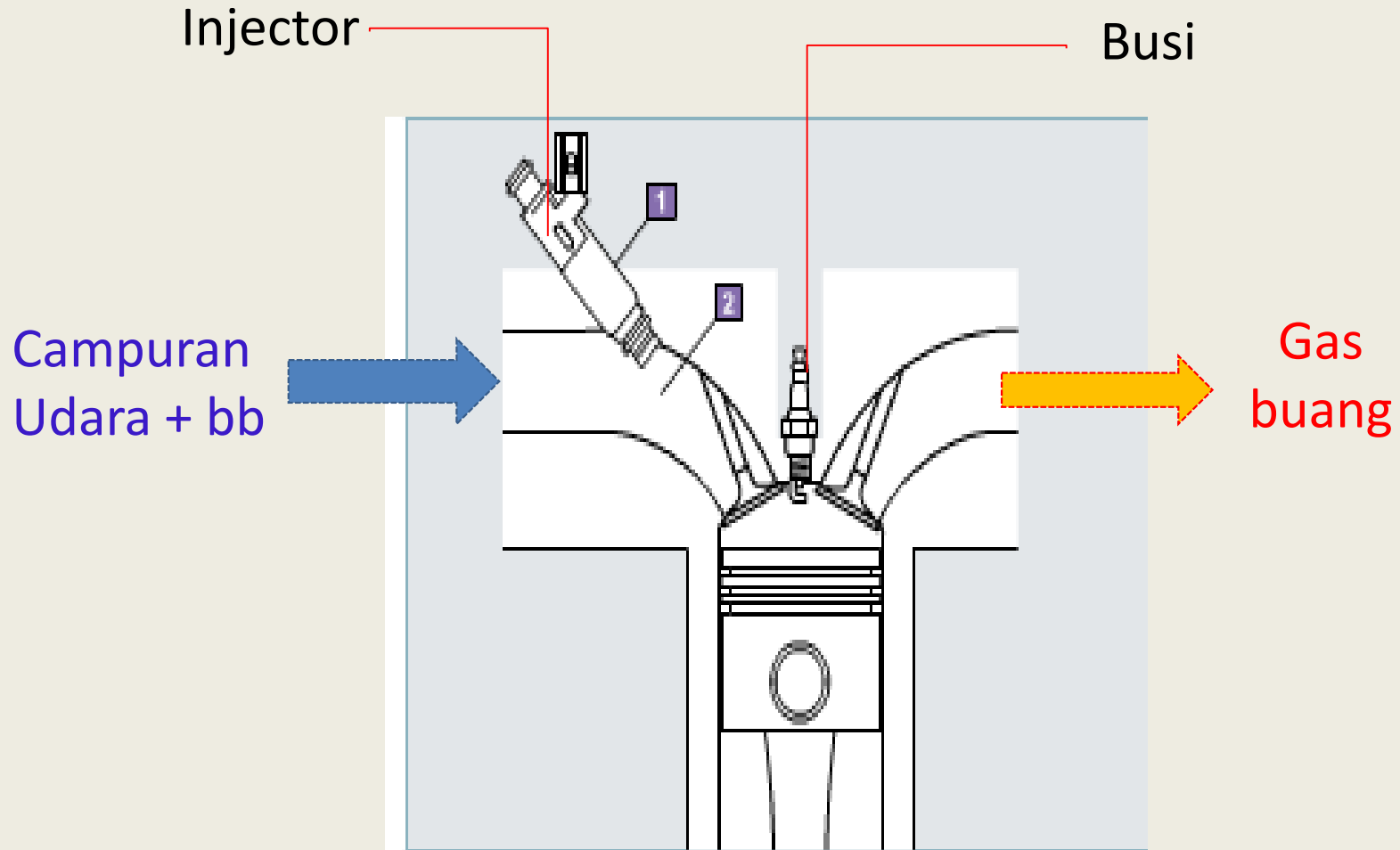
ECM(Control)

- Ignition Timing
- Fuel Injection Timing
- Fuel Quantity



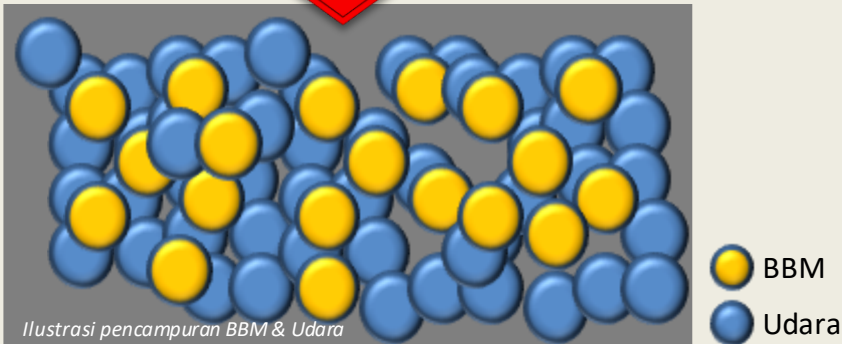
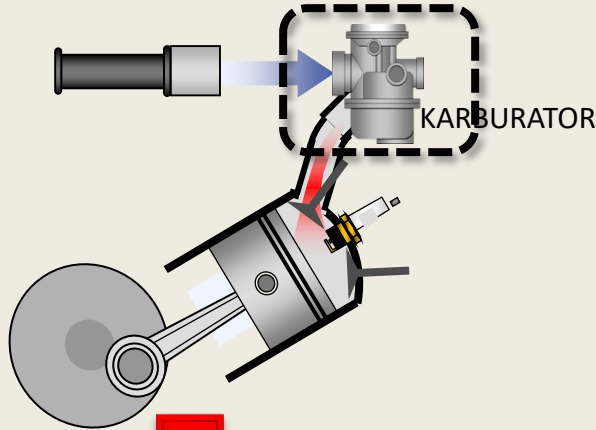
Video

ELECTRONIC FUEL INJECTION



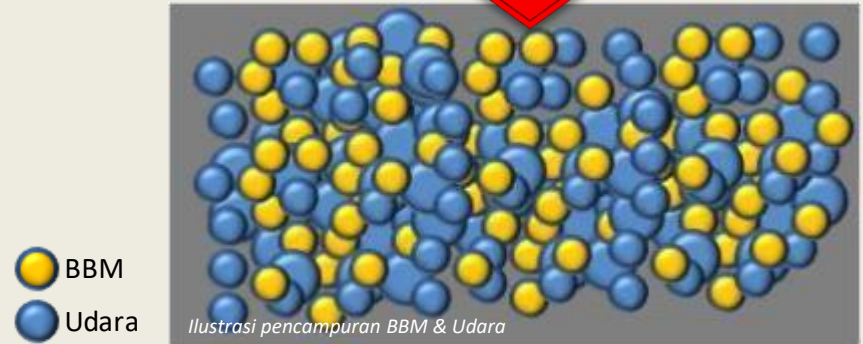
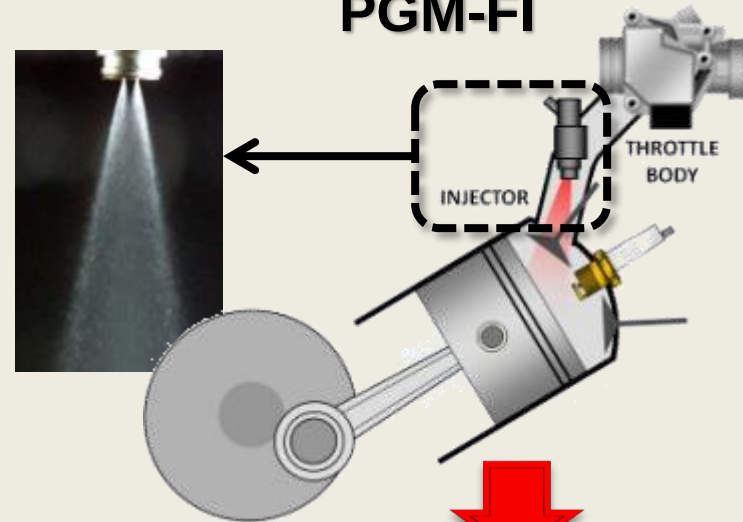
Pebandingan dimensi partikel bahan bakar

Karburator



Karburator: Partikel bahan bakar lebih besar dan kurang homogen dengan udara

PGM-FI



EFI: Partikel bahan bakar lebih kecil dan homogen dengan udara sehingga terbakar lebih sempurna

PROSES PEMBAKARAN

BBM + Udara $\Rightarrow$ Gas buang + Panas

□ **BBM :** - Karbon (C)
- Oksigen (O)
- Hidrogen (H)

□ **Udara :** - Oksigen (O)
- Nitrogen (N)

Gas Buang :

- Karbon dioksida (CO_2)
 - Air (H_2O)
 - Nitrogen (N_2)
 - Oksigen
 - Gas-gas racun (karbon monoksida (CO))
 - Senyawa nitrogen (NO_x)
 - Senyawa belerang (SO_x)
- 
- Pembakaran Sempurna

Panas :

- Air radiator
- Gas buang
- Tenaga mesin untuk memutar poros engkol

RASIO UDARA-BAHAN BAKAR

❑ **Perbandingan udara terhadap BBM disebut Air Fuel Ratio (AFR)**

- **Pembakaran Sempurna: AFR tepat**
 - **Pemkaran Kaya : BBM berlebih**
 - **Pembakaran miskin : BBM kurang**
- **Untuk menjamin terjadinya pembakaran sempurna maka jumlah udara dilebihkan**

NILAI AFR TEPAT

Jenis BBM	AFR (Stokhio)
Bensin	14.7
Solar	14.6
Gas Alam	17.2
Propana	15.5
Etanol	9.0
Hidrogen	34.0

LAMBDA (λ)

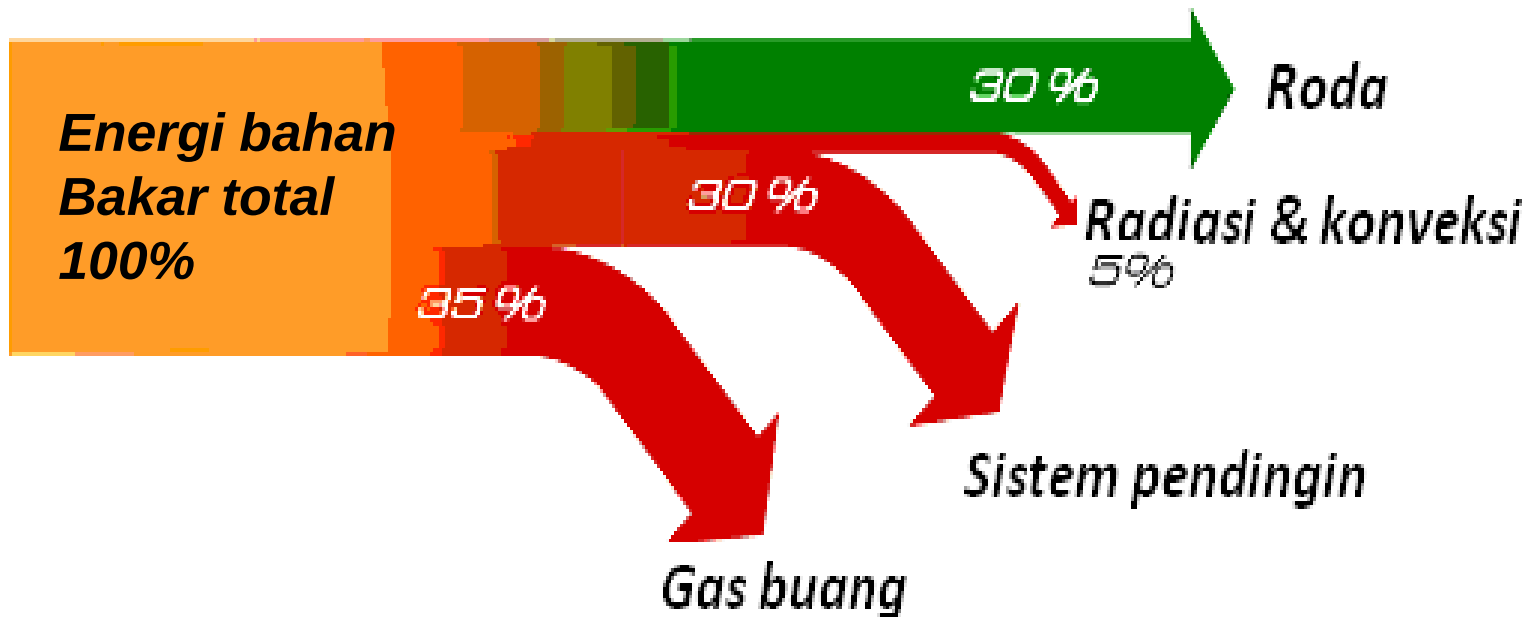
Untuk menjamin terjadinya pembakaran sempurna maka jumlah udara dilebihkan

$$\text{Lambda} = \text{AFR nyata} : \text{AFR tepat}$$

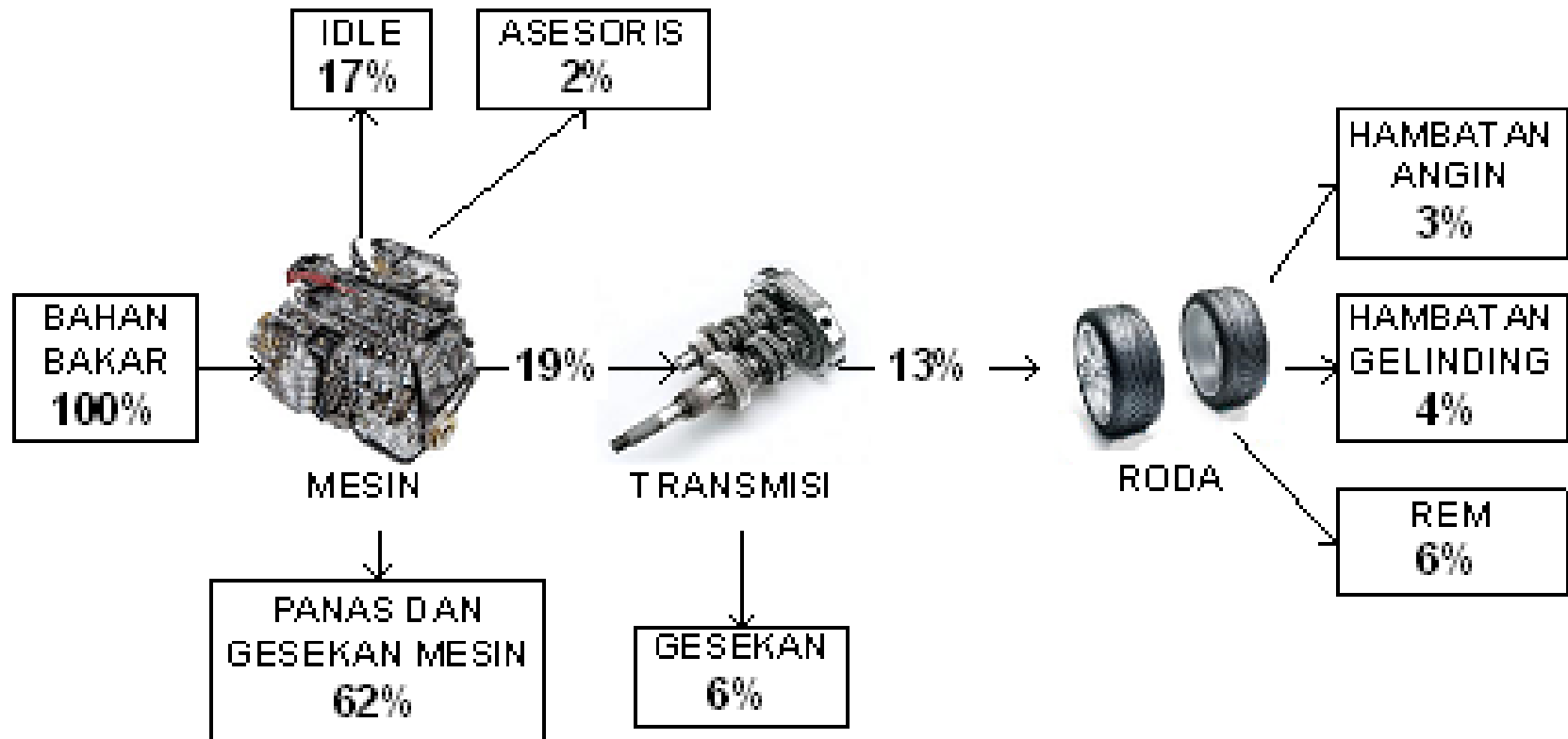
PENGARUH NILAI λ

- Pembakaran kaya (kelebihan BBM) : terjadi gas CO dan pemborosan BBM
- Pembakaran miskin (kekurangan BBM) : tidak terbentuk CO, tetapi blok mesin panas dan terbentuk gas NO.
- **Pembakaran yang baik:**
 - sedikit gas racun
 - hemat BBM
 - umur mesin panjang

Aliran Energi Bahan Bakar Pada Kendaraan

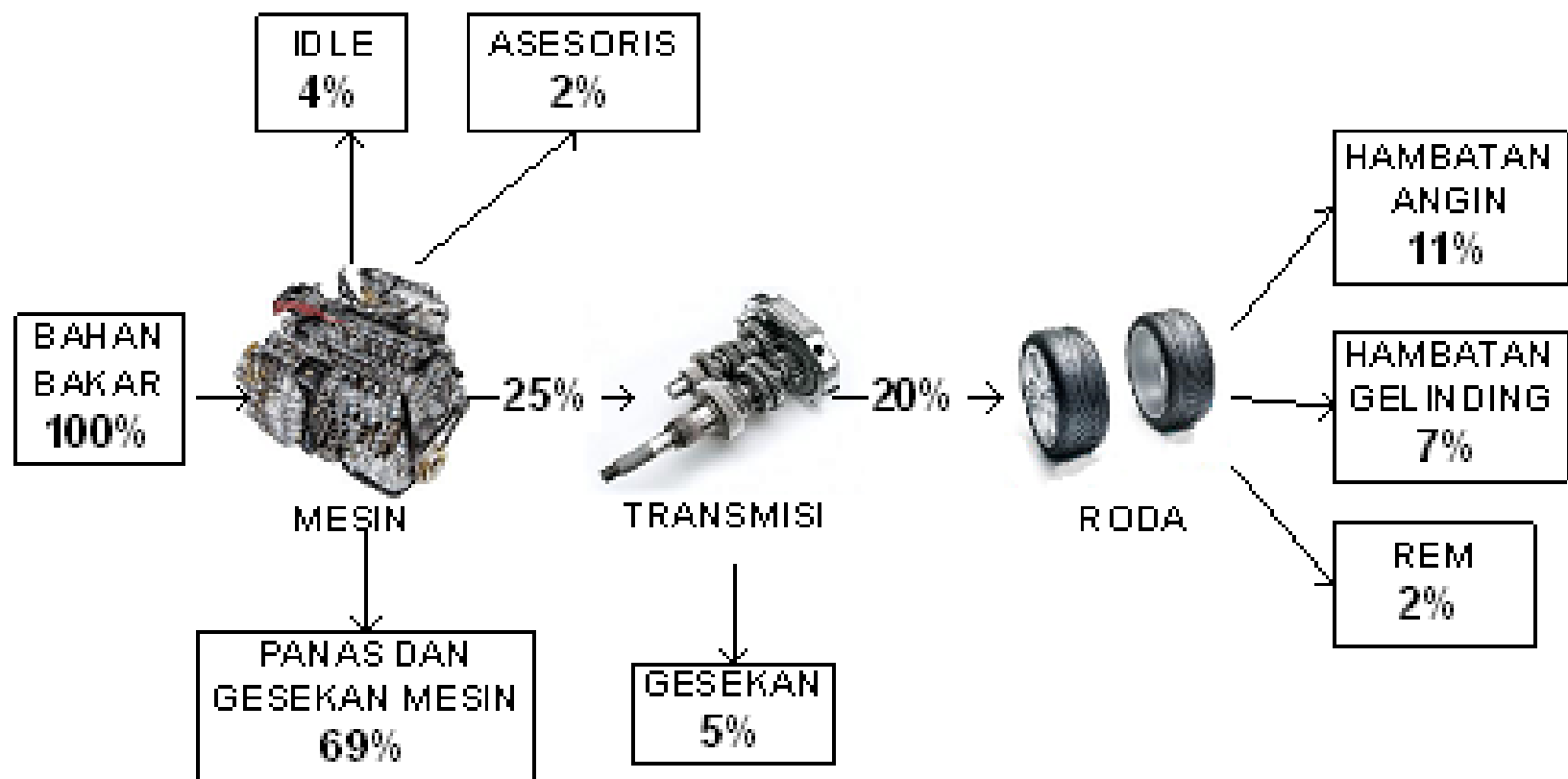


ALIRAN ENERGI PADA KENDARAAN (DALAM KOTA)



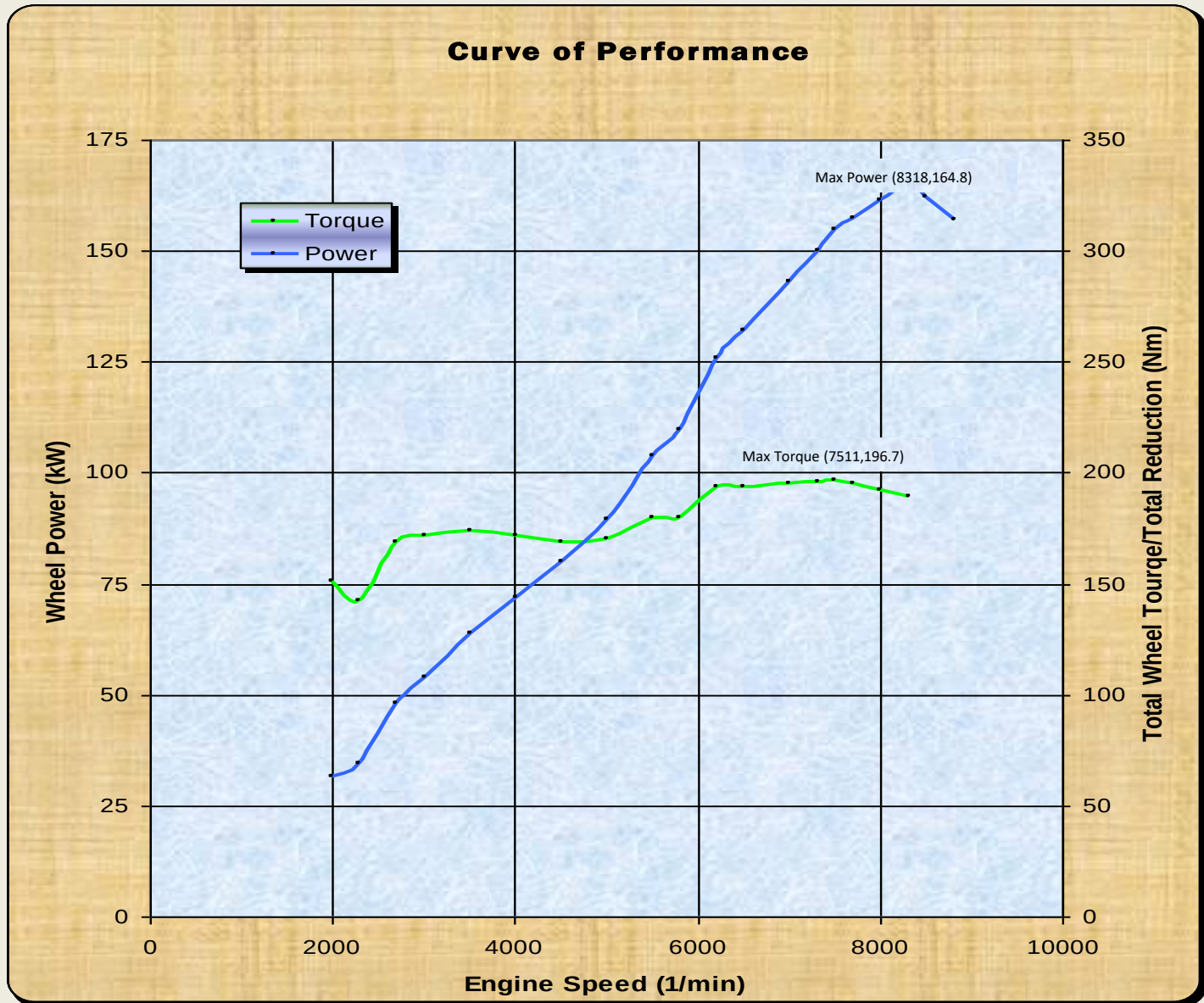
(a)

ALIRAN ENERGI DI KENDARAAN (JALAN TOL)

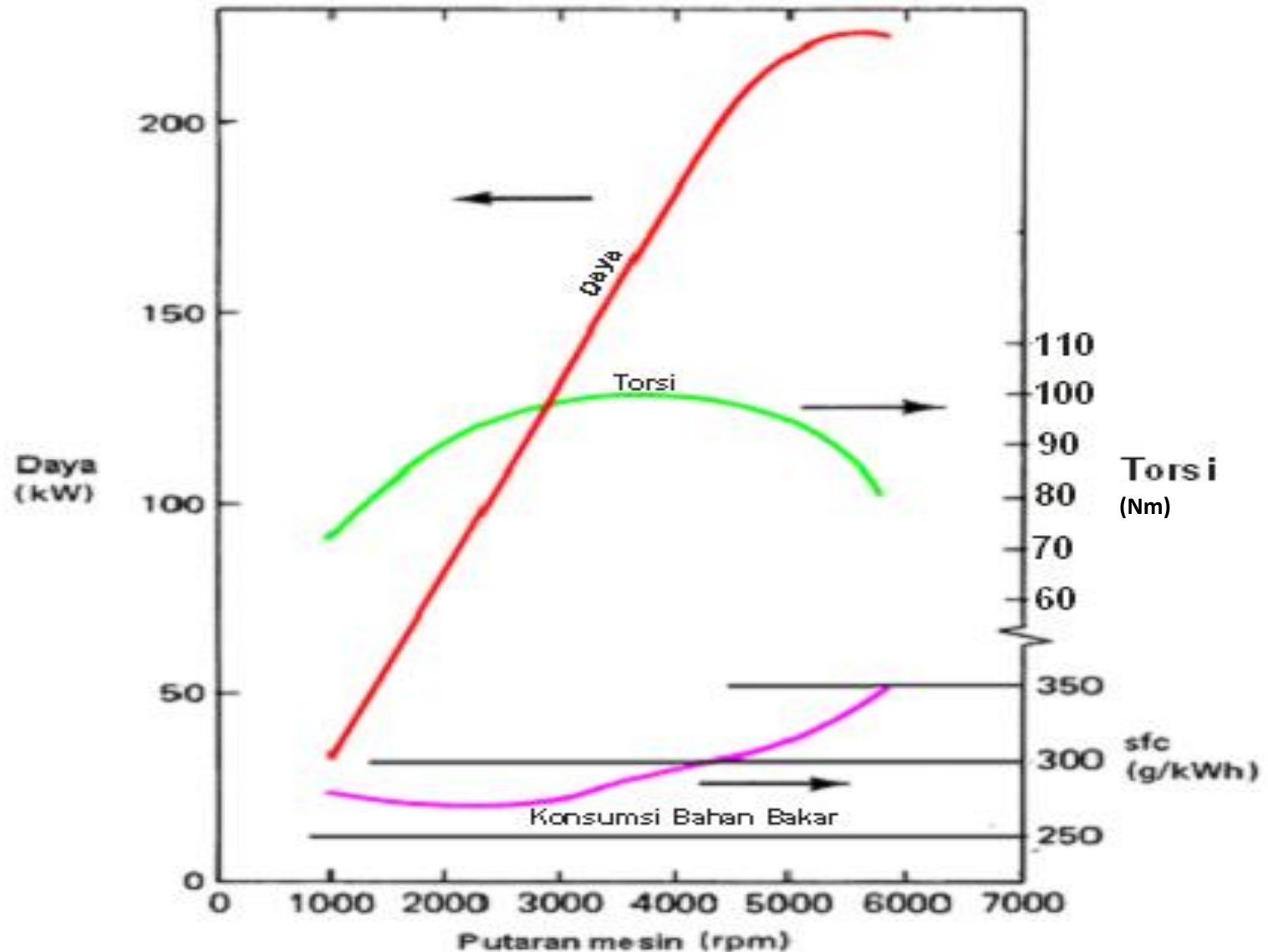


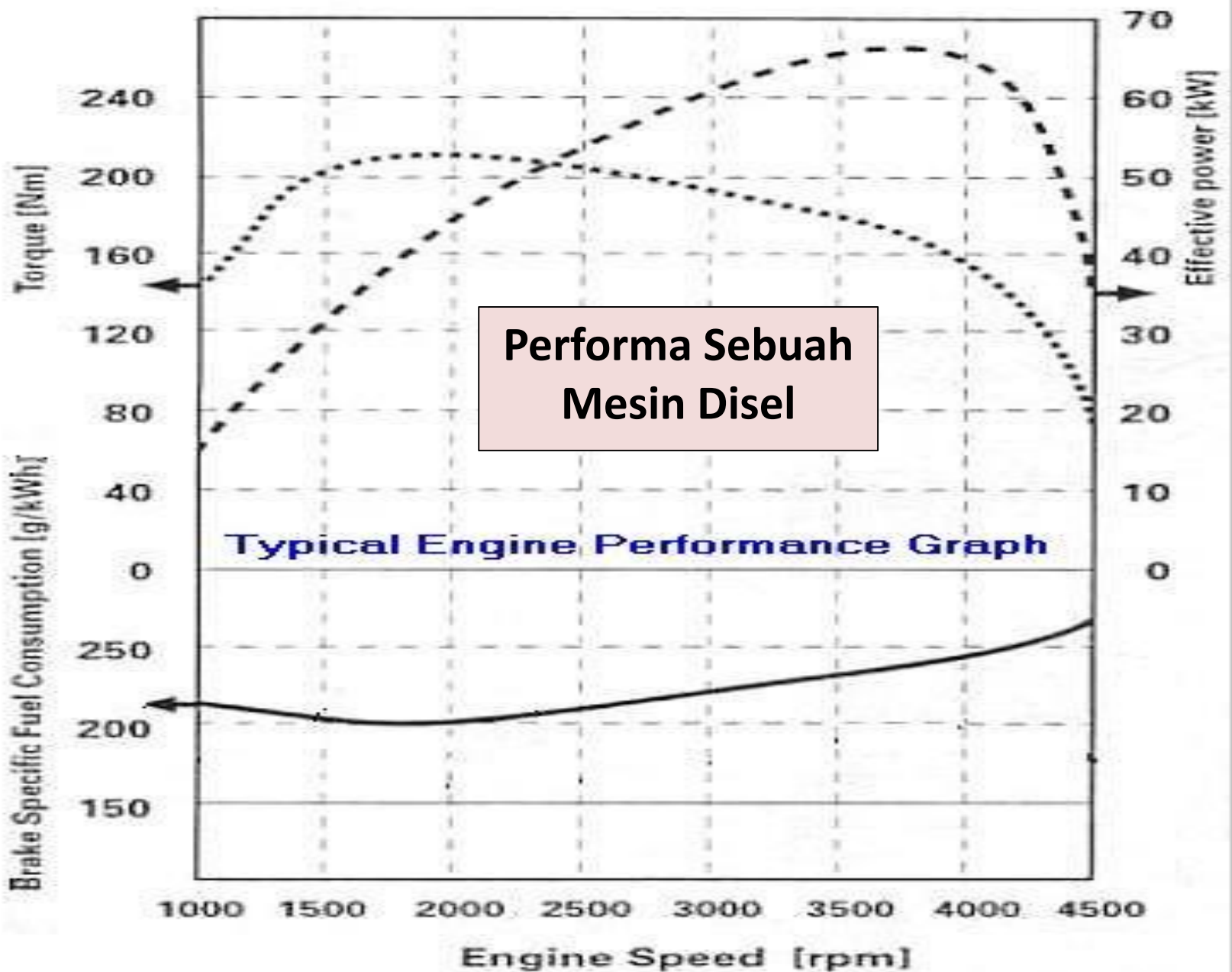
(b)

DAYA DAN TORSI



PUTARAN MESIN DAN KONSUMSI BBM



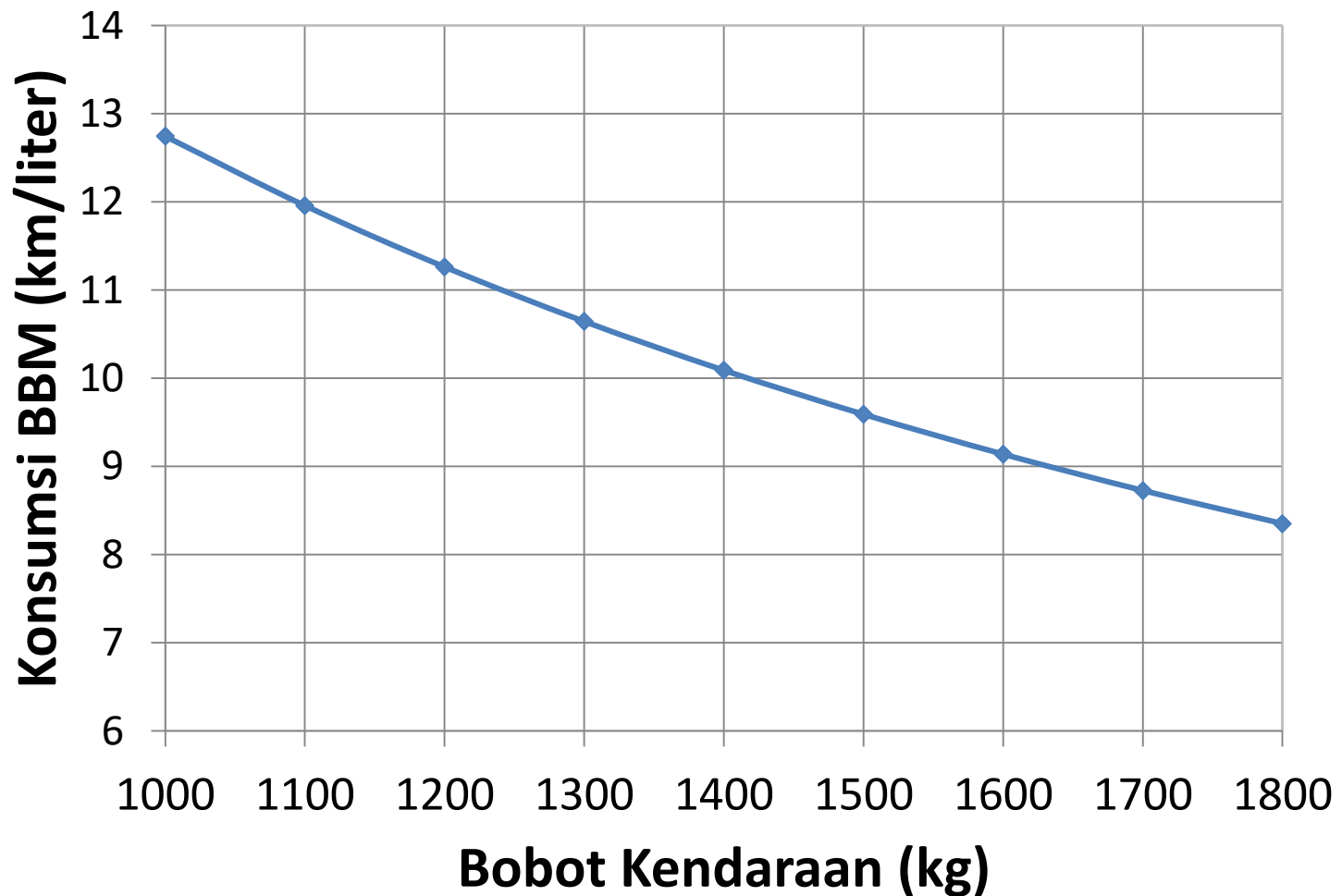


FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KONSUMSI BBM

- Design mesin dan kendaraan
- Beban/berat kendaraan dan muatan
- Setting engine
- Jenis dan kondisi bahan bakar
- Kondisi lingkungan
- Posisi gigi
- Kecepatan putar mesin (RPM)
- Kecepatan kendaraan (km/jam)
- Percepatan kendaraan
- tekanan ban
- AC dan accessories
- dll



BEBAN DAN KONSUMSI BBM

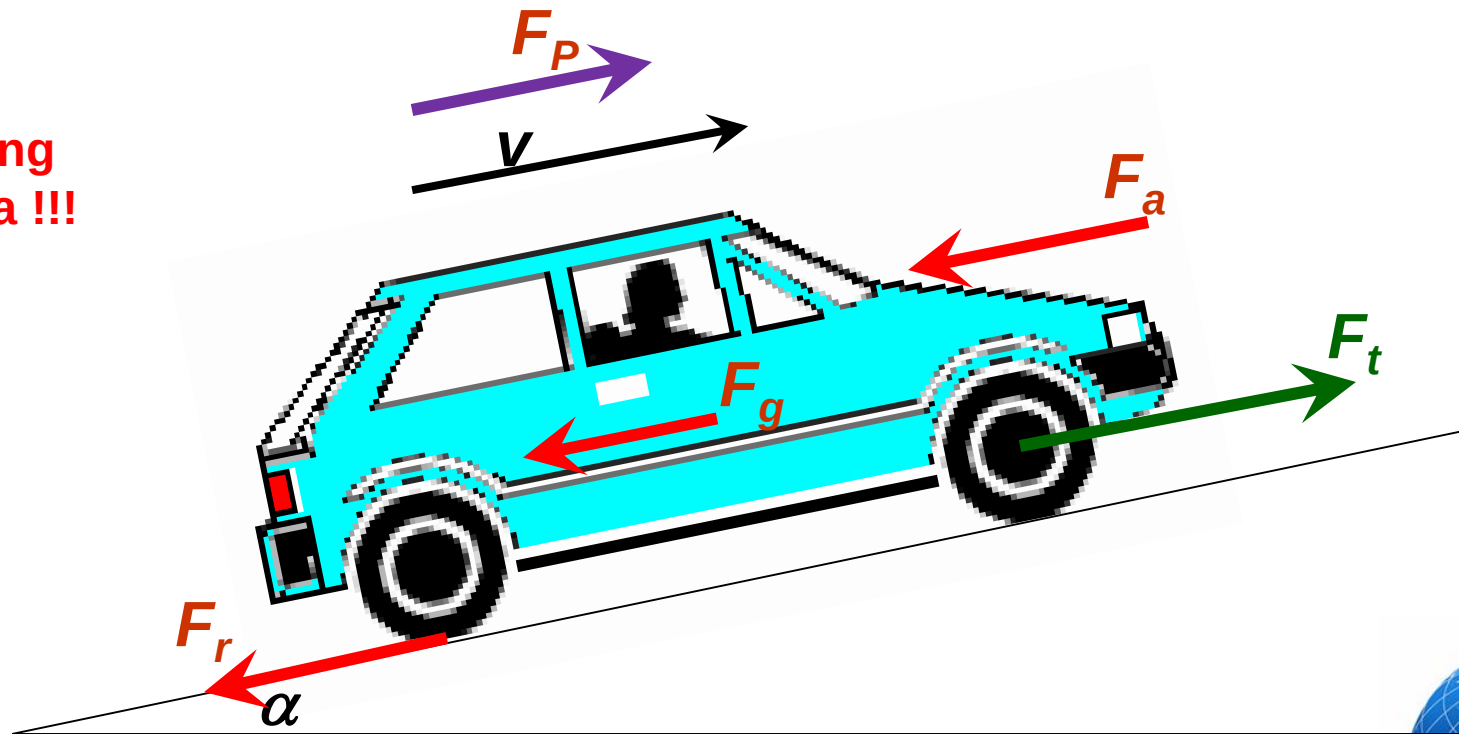


BEBAN DAN KONSUMSI BBM

No	Beban (kg)	Kecepatan (km/jam)	Konsumsi BBM (km/l)	Selisih
1	1000	70	12.7	0%
2	1100	70	12.0	6%
3	1200	70	11.3	12%
4	1300	70	10.6	16%
5	1400	70	10.1	21%
6	1500	70	9.6	25%
4	1600	70	9.1	14%
5	1700	70	8.7	18%
6	1800	70	8.4	22%

DAYA UNTUK MENGGERAKKAN KENDARAAN

Hitung
Daya !!!



$$F_T = F_r + F_a + F_g + F_p$$



PERHITUNGAN EKONOMI BAHAN BAKAR DAN EMISI CO2

Jenis BBM

-----Pilih BBM-----

Jenis Kendaraan

-----Pilih Jenis Kendaraan-----

INPUT NILAI

Jumlah Kendaraan

Jarak Tempuh Harian

km/hr

Tingkat Emisi Standart

Kg/km

Harga BBM

Rp/l

Hari Operasi per bulan

hr/bln

Tingkat Emisi

Kendaraan Anda

Kg/km

Tingkat Konsumsi BBM
Saat ini

km/l

Target Efisiensi

%

Anda Bisa menginputkan nilai Emisi Kendaraan Anda jika Emisi Kendaraan anda tidak sama

HITUNG

SIMPAN

BANTUAN



LABORATORIUM EFISIENSI DAN KONSERVASI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

COPYRIGHT 2009

OUTPUT NILAI

Hari Operasi per Tahun

hr/thn

Konsumsi BBM Harian

l/hr

Konsumsi BBM Bulanan

l/bln

Konsumsi BBM Tahunan

l/thn

Jarak Tempuh Bulanan

km/bln

Jarak Tempuh Tahunan

km/thn

Emisi CO2 Harian

Kg/hr

Emisi CO2 Bulanan

Kg/bln

Emisi CO2 Tahunan

Kg/thn

Biaya BBM Harian

Rp/hr

Biaya BBM Bulanan

Rp/bln

Biaya BBM Tahunan

Rp/thn

Tingkat Konsumsi BBM Setelah Program Smart Driving

km/l

Hemat BBM Harian

l/hr

Hemat BBM Bulanan

l/bln

Hemat BBM Tahunan

l/thn

Hemat Biaya Harian

Rp/hr

Hemat Biaya Bulanan

Rp/bln

Hemat Biaya Tahunan

Rp/thn

Tingkat Emisi Setelah Smart Driving

Kg/km

Penurunan Emisi Harian

Kg/hr

Penurunan Emisi Bulanan

Kg/bln

Penurunan Emisi Tahunan

Kg/thn

Cara Menurunkan Konsumsi BBM

- bekerja pada gigi tinggi (RPM rendah)
- kecepatan optimal dan hampir konstan
- waktu idle singkat
- frekuensi percepatan kecil
- frekuensi perlambatan kecil
- nilai percepatan rendah
- nilai perlambatan rendah
- tekanan ban sesuai petunjuk/manual
- frekuensi ganti/pindah gigi rendah
- penggunaan AC dan accessories yg tepat
- penggunaan rem tangan dengan benar

REFERENCES

1. **Heywood, J.** *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill, New York, 1988.
2. **Pulkrabek, W.C.** *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2003.
3. **Colin R. Ferguson and Allan T. Kirkpatrick.** *Internal Combustion Engines: Applied Thermal Sciences*, 2nd Edition,, John Wiley and Sons, New York, 2000.
4. **Gupta, H. N.** *Fundamentals of Internal Combustion Engines*, PHI Learning Private Limited, New Delhi, 2009.
5. **Awaludin, W. Panuntun, W.S. Alam, N. Sinaga.** *Pemilihan Mesin Penggerak Generator Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG)*, Seminar Nasional Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia FT Undip, 2003.
6. **Sinaga, Nazaruddin, R. Ismail, R. Perangin-angin dan O. A. Wicaksono.** *Pembangkitan Listrik Menggunakan Bahan Bakar Biogas dari Hasil Fermentasi Kotoran Ternak*, Seminar Nasional Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia FT Undip, 2003.
7. **Sinaga, Nazaruddin.** *Perancangan Mixer Biogas-Udara Untuk Mesin Diesel Dual Fuel Pembangkit Listrik Tenaga Biogas*, Majalah Teknik, Tahun ke XXV, Edisi I, 2005.
8. **Sinaga, Nazaruddin.** *Analisa dan Pemilihan Mesin Untuk Mesin Dual Fuel Campuran Biogas-Solar*, Majalah Rotasi, Jurusan Teknik Mesin FT Undip, Vol. 7 No. 2, April, 2005.
9. **Sinaga, Nazaruddin.** *Perancangan Conversion Kit Untuk Modifikasi Mesin Diesel Dual Fuel Pembangkit Listrik Tenaga Biogas*, Jurnal Ilmiah Nasional Efisiensi dan Konservasi Energi, Jurusan Teknik Mesin, FT Undip, Vol. 1 No. 1, September, 2005.
10. **Cahyono, Sukmaji Indro, Gwang-Hwan Choe, and Nazaruddin Sinaga.** *Numerical Analysis Dynamometer (Water Brake) Using Computational Fluid Dynamic Software*. Proceedings of the Korean Solar Energy Society Conference, 2009.
11. **Priangkoso, Tabah dan N. Sinaga.** *Tinjauan Beberapa Model Mekanistik Tingkat Konsumsi Bahan Bakar Untuk Diterapkan Pada Program Simulator Mengemudi Hemat Energi Smart Driving*,

- Prosiding, Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, Juni 2011.
12. **Mrihardjono, Juli dan N. Sinaga.** *Pengujian Model Driving Cycle Kendaraan Honda City Berbahan Bakar Premium*, Majalah Gema Teknologi, Volume 16, Nomor 3, April - Oktober 2011, ISSN : 0852 0232.
 13. **Sinaga, Nazaruddin dan Tabah Priangkoso.** *Tinjauan/Review Model Empirik Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan*, Journal Momentum, Vol. 7, No. 1, April 2011.
 14. **Supriyo dan N. Sinaga.** *Perencanaan Daya Pendingin pada Dinamometer Arus Eddy*, Eksergi, Jurnal Teknik Energi POLINES, Volume 7, Nomor 3, ISSN : 0216-8685, September 2011.
 15. **Supriyo dan N. Sinaga.** *Perancangan Dinamometer Arus Eddy Kapasitas 250 KW*, Majalah Eksergi, Volume 7, Nomor 3, ISSN : 0216-8685, September 2011.
 16. **Sinaga, Nazaruddin.** *Pengujian Teknik Mengemudi Hemat Energi pada Kendaraan Penumpang untuk Mendukung Program Smart Driving di Indonesia*, Prosiding, Seminar Nasional Teknik Mesin X (SNTTM X), Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang, November 2011.
 17. **Sinaga, Nazaruddin, T. Priangkoso, D. Widayana dan K. Abdurrohman.** *Kaji Eksperimental Pengaruh Beberapa Parameter Berkendaraan Terhadap Tingkat Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Penumpang Kapasitas Silinder 1500-2000cc*, Prosiding, Seminar Nasional Teknik Mesin X (SNTTM X), Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang, November 2011.
 18. **Sinaga, Nazaruddin dan B. Prasetyo.** *Kaji Eksperimental Karakteristik Sebuah Dinamometer Sasis Arus Eddy*, Eksergi, Jurnal Teknik Energi POLINES, Volume 8, Nomor 2, Mei 2012, ISSN : 0216-8685.
 19. **Sinaga, Nazaruddin dan A. Dewangga.** *Pengujian Dan Pembuatan Buku Petunjuk Operasi Chassis Dinamometer Tipe Water Brake*, Majalah Rotasi, Volume 14, Nomor 3, Juli 2012, ISSN:1411-027X.
 20. **Sinaga, Nazaruddin.** *Smart Driving : Menghemat Bahan Bakar, Meningkatkan Kualitas Emisi Dan Menurunkan Resiko Kecelakaan*, Makalah, Seminar Astra – Jurusan Teknik Mesin Undip, Jurusan Teknik Mesin FT UNDIP, November 2012.
 21. **Sinaga, Nazaruddin dan Mulyono.** *Kaji Eksperimental Dampak Pemakaian Pertamina Dan Pertamina-Plus Terhadap Emisi Gas Buang*

Pada Sepeda Motor, Prosiding, Seminar Nasional Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Semarang 2013, ISBN : 978-979-3514-66-6, Halaman 168-172.

22. **Sinaga, Nazaruddin, dan M. H. Sonda.** *Pemilihan Kawat Enamel Untuk Pembuatan Selenoid Dinamometer Arus Eddy Dengan Torsi Maksimum 496 Nm*, Eksergi, Jurnal Teknik Energi Vol 9 No.1 Januari 2013.
23. **Sinaga, Nazaruddin dan S. J. Purnomo.** *Hubungan Antara Posisi Throttle, Putaran Mesin dan Posisi Gigi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Beberapa Kendaraan Penumpang*, Eksergi, Jurnal Teknik Energi, Vol.9 No. 1, Januari 2013.
24. **Sinaga, Nazaruddin.** *Pelatihan Teknik Mengemudi Smart Driving Untuk Menurunkan Emisi Gas Rumah Kaca Dan Menekan Biaya Transportasi Angkutan Darat*, Prosiding, Seminar Nasional Teknik Mesin XII (SNTTM XII), Fakultas Teknik Universitas Lampung, Oktober 2013.
25. **Sinaga, Nazaruddin, S. J. Purnomo dan A. Dewangga.** *Pengembangan Model Persamaan Konsumsi Bahan Bakar Efisien Untuk Mobil Penumpang Berbahan Bakar Bensin Sistem Injeksi Elektronik (EFI)*, Prosiding, Seminar Nasional Teknik Mesin XII (SNTTM XII), Fakultas Teknik Universitas Lampung, Oktober 2013.
26. **Sinaga, Nazaruddin dan Y.N. Rohmat.** *Perbandingan Kinerja Sepeda Motor Berbahan Bakar Lpg Dan Bensin*, Prosiding, Seminar Nasional Teknologi Industri Hijau, Semarang 21 Mei 2014, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang, BPKIMI, Kementrian Perindustrian, Mei 2014.
27. **Syachrullah, L.I, dan N. Sinaga.** *Optimization and Prediction of Motorcycle Injection System Performance with Feed-Forward Back-Propagation Method Artificial Neural Network (ANN)*, Prosiding, Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke-2, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Juni 2014.
28. **Paridawati dan N. Sinaga.** *Penurunan Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Sistem Injeksi Menggunakan Metode Optimasi Artificial Neural Network Dengan Algoritma Back-Propagation*, Prosiding, Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke-2, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Juni 2014.
29. **M. Rifal dan N. Sinaga.** *Impact of Methanol-Gasoline Fuel Blend on The Fuel Consumption and Exhaust Emission of an SI Engine*,

Proceeding, The 3rd International Conference on Advanced Materials Science and Technology (ICAMST 2015), Universitas Negeri Semarang, April 2015.

30. **Sinaga, Nazaruddin dan Mulyono.** *Studi Eksperimental Karakteristik Kinerja Sepeda Motor Dengan Variasi Jenis Bahan Bakar Bensin*, Majalah Eksergi, Volume 11, Nomor 1, ISSN:0216-8685, Halaman 1-6 Januari 2015.
31. **Syahrullah, L. I. dan N. Sinaga.** *Optimization and Prediction of Motorcycle Injection System Performance with Feed-Forward Back-Propagation Method Artificial Neural Network (ANN)*, American Journal of Engineering and Applied Sciences, Volume 9, Issue 2, ISSN: 1941-7039, Halaman 222-235, Februari 2016.
32. **Rojak, Amirur dan N. Sinaga.** *Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar LGV Pada Mobil Penumpang 1200 CC Dan 1500 CC Terhadap Kebutuhan Udara Dan Bahan Bakar*, Politeknosains, Volume XV, Nomor 1, ISSN: 1829-6181, Maret 2016.
33. **Khudhoibi dan N. Sinaga.** *Pengaruh Engine Remap Terhadap Beberapa Parameter Operasi Mobil Berbahan Bakar LGV*, Jurnal Ilmiah Momentum, Volume 12, Nomor 1, ISSN : 0216-7395, April 2016.
34. **Rifal, Mohamad dan N. Sinaga.** *Impact of Methanol-Gasoline Fuel Blend on The Fuel Consumption and Exhaust Emission of an SI Engine*, AIP Conf. Proc. 1725, 020070-1–020070-6; Published by AIP Publishing, 978-0-7354-1372-6, Maret 2016.
35. **Sinaga, Nazaruddin dan D. Alcita.** *Perbandingan Beberapa Parameter Operasi Mesin Mobil Injeksi Terhadap Penggunaan Bahan Bakar Bensin dan Campuran Metanol-Bensin M15*, Eksergi, Jurnal Teknik Energi POLINES, Vol. 12 No. 3, September 2016.
36. **Nazaruddin Sinaga.** *Perancangan Awal Converter Kit LPG Sederhana untuk Konversi Mesin Bensin Skala Kecil*, Eksergi, Jurnal Teknik Energi POLINES, Vol. 13, No. 1, Januari 2017.
37. **Nazaruddin Sinaga.** *Kaji Numerik Aliran Jet-Swirling Pada Saluran Annulus Menggunakan Metode Volume Hingga*, Jurnal Rotasi Vol. 19, No. 2, April 2017.
38. **Nazaruddin Sinaga dan M. Rifal.** *Pengaruh Komposisi Bahan Bakar Metanol-Bensin Terhadap Torsi Dan Daya Sebuah Mobil Penumpang Sistem Injeksi Elektronik 1200 CC*, Jurnal Rotasi Vol. 19, No. 3, Juli 2017.

39. **Nazaruddin Sinaga.** *Perancangan dan Pembuatan Data Logger Sederhana untuk Dinamometer Sasis Sepeda Motor*, Jurnal Rotasi, Vol. 20, No. 1, Januari 2018.
40. **Mohamad Rifal dan Nazarudin Sinaga.** *Kaji Eksperimental Rasio Metanol-Bensin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Torsi Dan Daya*, Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering, Vol 1 (1), April 2018, pp. 47-54.
41. **Nugroho, A., Sinaga, N., Haryanto, I.** *Performance of a Compression Ignition Engine Four Strokes Four Cylinders on Dual Fuel (Diesel-LPG)*, Proceeding, The 17th International Conference on Ion Sources, Vol. 2014, 2018, 21 September 2018, AIP Publishing.
42. **Nazaruddin Sinaga, B. Yunianto, Syaiful, W.H. Mitra Kusuma.** *Effect of Addition of 1,2 Propylene Glycol Composition on Power and Torque of an EFI Passenger Car Fueled with Methanol-Gasoline M15*, Proceeding of International Conference on Advance of Mechanical Engineering Research and Application (ICOMERA 2018), Malang, October 2018.
43. **Nazaruddin Sinaga, Syaiful, B. Yunianto, M. Rifal.** *Experimental and Computational Study on Heat Transfer of a 150 KW Air Cooled Eddy Current Dynamometer*, Proc. The 2019 Conference on Fundamental and Applied Science for Advanced Technology (Confast 2019), Yogyakarta, Januari 21, 2019.
44. **Nazaruddin Sinaga.** *CFD Simulation of the Width and Angle of the Rotor Blade on the Air Flow Rate of a 350 kW Air-Cooled Eddy Current Dynamometer*, Proc. The 2019 Conference on Fundamental and Applied Science for Advanced Technology (Confast 2019), Yogyakarta, Januari 21, 2019.
45. **Ahmad Faoji, Syaiful Laila, Nazaruddin Sinaga.** *Consumption and Smoke Emission of Direct Injection Diesel Engine Fueled by Diesel and Jatropha Oil Blends with Cold EGR System*, Proc. The 2019 Conference on Fundamental and Applied Science for Advanced Technology (Confast 2019), Yogyakarta, Januari 21, 2019.
46. **Johan Firmansyah, Syaiful Laila, Nazaruddin Sinaga.** *Effect of Water Content in Methanol on the Performance and Smoke Emissions of Direct Injection Diesel Engines Fueled by Diesel Fuel and Jatropha Oil Blends with EGR System*, Proc. The 2019 Conference on Fundamental and Applied Science for Advanced Technology (Confast 2019), Yogyakarta, Januari 21, 2019.
47. **Sinaga, Nazaruddin, M. Mel, D.A Purba, Syaiful, and Paridawati.** *Comparative Study of the Performance and Economic Value of a Small*

Engine Fueled with B20 and B20-LPG as an Effort to Reduce the Operating Cost of Diesel Engines in Remote Areas, Joint Conference of 6th Annual Conference on Industrial and System Engineering (6th International Conference of Risk Management as an Interdisciplinary Approach (1st ICRMIA) 2019 on April 23-24, 2019 in Semarang, Central Java, Indonesia.

48. **Sinaga, Nazaruddin, B. Yunianto, D.A Purba, Syaiful and A. Nugroho.** *Design and Manufacture of a Low-Cost Data Acquisition Based Measurement System for Dual Fuel Engine Researches*, Joint Conference of 6th Annual Conference on Industrial and System Engineering (6th International Conference of Risk Management as an Interdisciplinary Approach (1st ICRMIA) 2019 on April 23-24, 2019 in Semarang, Central Java, Indonesia.
49. **Y Prayogi, Syaiful, and N Sinaga.** *Performance and Exhaust Gas Emission of Gasoline Engine Fueled by Gasoline, Acetone and Wet Methanol Blends*, International Conference on Technology and Vocational Teacher (ICTVT-2018), IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 535 (2019) 012013 doi:10.1088/1757-899X/535/1/012013