

SMART DRIVING DAN EMISI KENDARAAN BERMOTOR

Nazaruddin Sinaga



Laboratorium Efisiensi dan Konservasi Energi
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro



DAFTAR ISI

- ❖ **Emisi Kendaraan Bermotor**
- ❖ **Emisi dan Kesehatan**
- ❖ **Emisi dan Lingkungan**
- ❖ **Emisi dan Konsumsi BBM**
- ❖ **Smart Driving dan Emisi**
- ❖ **Cara Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor**

EMISI KENDARAAN BERMOTOR

BBM + Udara \Rightarrow Gas buang + Panas

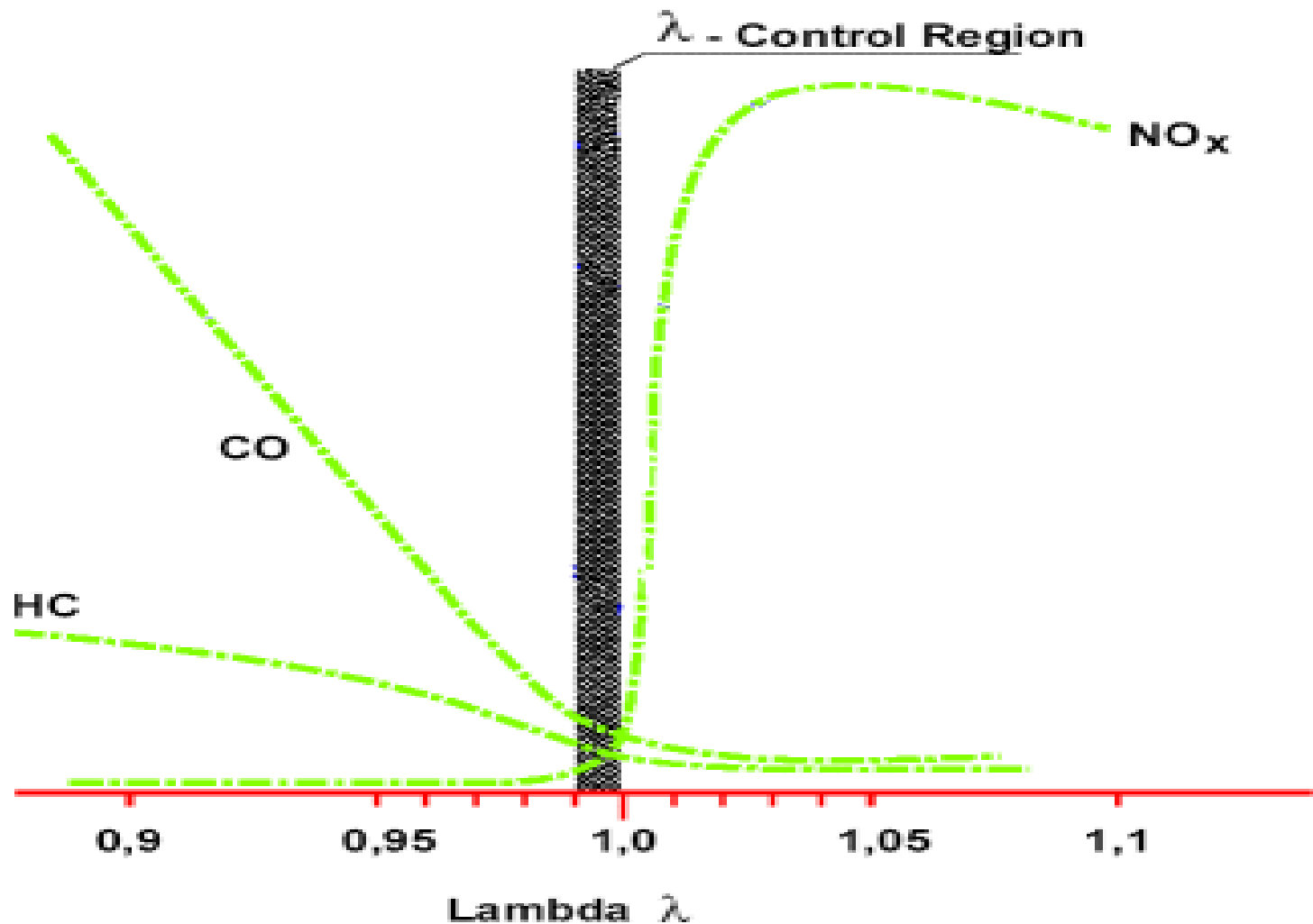
- **BBM :**
 - Karbon (C)
 - Oksigen (O)
 - Hidrogen (H)
 - Sulfur (S)

EMISI KENDARAAN BERMOTOR

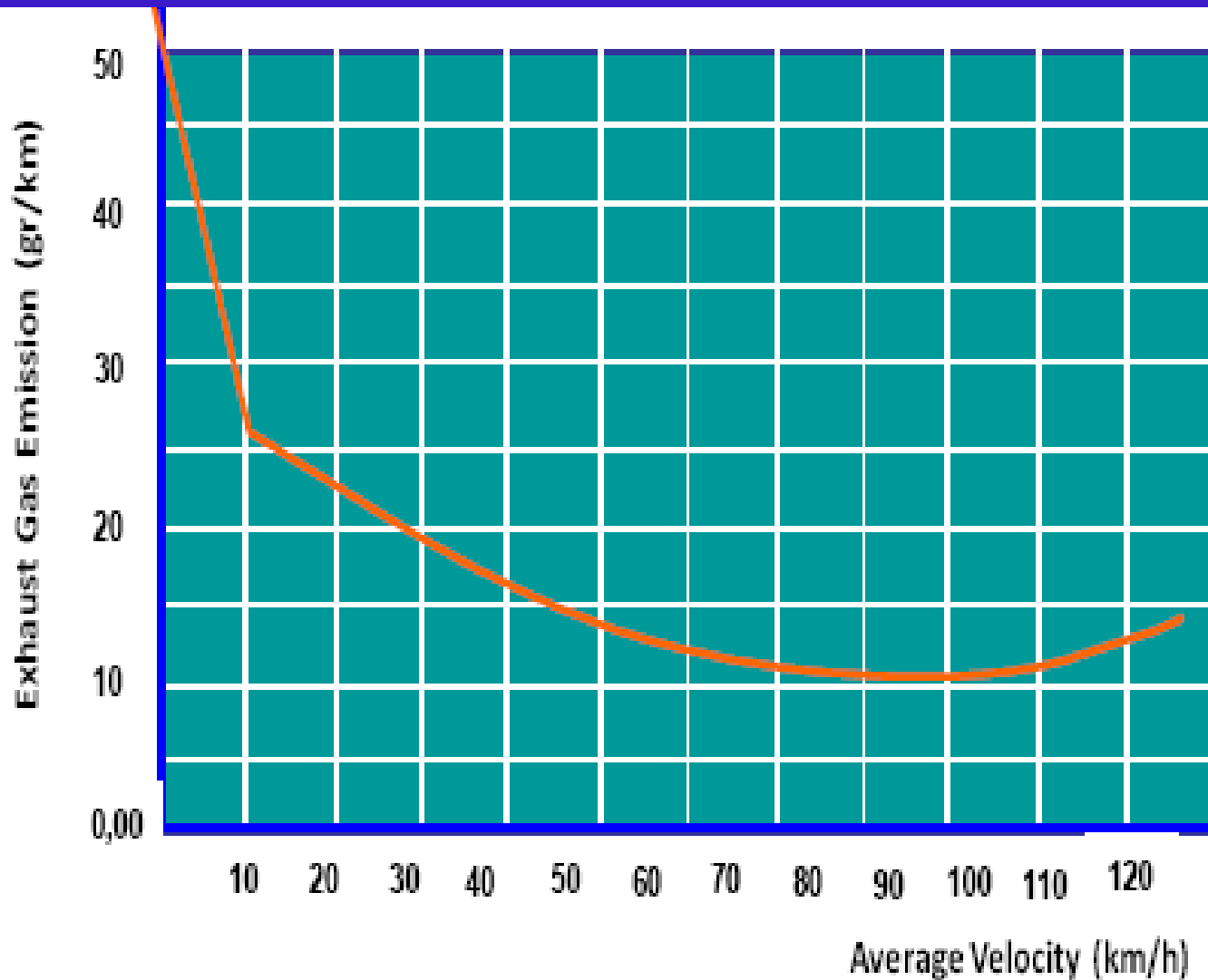
□ Gas Buang :

- Karbon dioksida (CO₂)
- Hidrokarbon (HC)
- Gas-gas racun (karbon monoksida (CO))
- Senyawa nitrogen (NO_x)
- Senyawa belerang (SO_x)
- Jelaga (Particulate Matter)

LAMBDA DAN TINGKAT EMISI



KECEPATAN DAN TINGKAT EMISI



EMISI DAN KESEHATAN

1. Karbon Monoksida (CO)

- Menghambat pembentukan karbon-hemoglobin dalam darah → menyebabkan kematian
- Mengurangi kapasitas pengangkutan oksigen oleh darah ke organ vital
- Mengganggu penglihatan
- Meningkatkan timbulnya penyakit pada lambung dan perut

EMISI DAN KESEHATAN

Karbon Monoksida (lanjutan)

- Memicu tumbuhnya penyakit kardiosvaskuler
- Meningkatkan gangguan stress fisiologis
- Mengecilnya berat badan janin
- Meningkatkan tingkat kematian bayi
- Memicu terjadinya kerusakan otak

EMISI DAN KESEHATAN

2. Hidrokarbon (HC) dan Volatile Organic Compounds (VOC)

- Menyebabkan efek mutagenik dan karsinogenik
- Menyebabkan penyakit leukimia dan kanker

EMISI DAN KESEHATAN

3. Nitrogen Dioksida (NO₂)

- Dapat mengurangi daya tahan terhadap penyakit infeksi
- Meningkatkan timbulnya penyakit asthma
- Meningkatkan timbulnya iritasi pada saluran pernafasan
- Mempengaruhi kapasitas fungsi paru bila menghirup dalam jangka panjang

EMISI DAN KESEHATAN

4. Partikulat (PM10)

- Mengandung partikulat halus yang sangat berbahaya karena dapat menembus bagian terdalam dari paru-paru
- Meningkatkan timbulnya infeksi saluran pernafasan atas (ISPA)
- Meningkatkan gangguan pada penglihatan
- Meningkatkan terjadinya penyakit jantung

EMISI DAN KESEHATAN

5. Sulfur Dioksida (SO₂)

- Meningkatkan iritasi pada saluran pernafasan
- Meningkatkan timbulnya penyakit saluran pernafasan
- Meningkatkan prevalensi gejala penyakit pada saluran pernafasan (asthma brochiale, bronchitis menahun dan emphysema paru)

EMISI DAN KESEHATAN

6. Ozon (O₃)

- Meningkatkan gangguan pada fungsi paru
- Meningkatkan kerentanan terhadap infeksi saluran pernafasan
- Meningkatkan timbulnya iritasi dan peradagangan pada selaput lendir mata

EMISI DAN KESEHATAN

7. Karbon Dioksida (CO₂)

- Merupakan gas perusak lapisan Ozon
- Mengakibatkan pemanasan global (*green house gas effect*)

EMISI DAN LINGKUNGAN

- ❑ Salah satu dampak yang disebabkan oleh pencemaran udara adalah terjadinya perubahan iklim global.
- ❑ Dampak dari perubahan iklim global yang terlihat secara jelas adalah terjadinya pemanasan global, smog (kabut asap), hujan asam, dan penipisan lapisan ozon.

AKIBAT PEMANASAN GLOBAL

- ❑ Peningkatan permukaan air laut dan tenggelamnya daerah pemukiman sekitar pantai
- ❑ Perubahan iklim yang tidak menentu yang menyebabkan gangguan produksi pangan.
- ❑ Naiknya temperatur permukaan air laut dan memicu terjadinya badai
- ❑ Rusaknya habitat dan hilangnya biota laut

POTENSI PEMANASAN GLOBAL

GAS	POTENSI PEMANASAN
Karbon dioksida (CO ₂)	1
Methan (CH ₄)	25
Nitrogen oksida (N ₂ O)	298

EMISI DAN KONSUMSI BBM

Model	BBM kota (km/l)	BBM luar kota (km/l)	BBM Gabung (km/l)	Emisi CO2 (g/km)	Emisi CO2 (kg/liter)
Yaris 3 & 5DR 1.4 D-4D 5-speed Man.	11.3	15.7	13.6	117.0	1.6
Yaris Verso 1.4 D-4D 5-speed Man.	9.9	13.6	11.9	133.0	1.6
Corolla 3 & 5DR 2.0 D-4D 89 bhp 5-speed Man.	8.3	12.5	10.5	153.0	1.6
Corolla 3 & 5DR D-4D 109 bhp 5-speed Man.	7.9	12.5	10.5	153.0	1.6
Avensis S 4 & 5DR 2.0 D-4D 5 speed Man.	7.6	12.7	10.3	155.0	1.6
Corolla EST 2.0 D-4D 89bhp 5 speed Man.	8.1	11.9	10.1	156.0	1.6
Avensis 4 & 5DR 2.0 D-4D 5 speed Man.	7.4	12.5	10.1	158.0	1.6
Avensis EST 2.0 D-4D 5 speed Man.	7.4	11.9	9.9	161.0	1.6

EMISI DAN KONSUMSI BBM

Model	BBM kota (km/l)	BBM luar kota (km/l)	BBM Gabung (km/l)	Emisi CO2 (g/km)	Emisi CO2 (g/liter)
Corolla Verso 2.0 D-4D 5 speed Man.	7.5	11.3	9.6	164.0	1.6
Avensis Versio 2.0 D-4D 5 speed Man.	7.4	10.7	9.2	173.0	1.6
RAV 4x4 3 & 5DR D-4D 5 speed Man.	6.7	9.8	8.4	190.0	1.6
Previa 5 DR 2.0 D-4D 5 speed Man.	6.6	9.8	8.3	191.0	1.6
Land Cruiser Colorada 3.0 D-4D 5-speed Man x2	5.1	7.3	6.2	253.0	1.6
Land Cruiser Colorada 3.0 D-4D 4-speed Auto. x2	4.7	6.6	5.7	279.0	1.6
Land Cruiser Amazon 4.2TD 5-speed Man. x2	4.2	6.4	5.4	292.0	1.6
Land Cruiser Amazon 4.2TD 5-speed Auto. x2	3.8	5.5	4.7	340.0	1.6

CARA MENGURANGI EMISI

- ❑ Melakukan perawatan komponen atau bagian kendaraan yang mempengaruhi pemakaian bahan bakar (misalnya filter udara dan ban).
- ❑ Menggunakan kendaraan yang hemat bahan bakar dan menghindari pemakaian kendaraan yang menghabiskan banyak bahan bakar.
- ❑ Menggunakan kendaraan dengan ukuran yang lebih kecil, karena mengkonsumsi lebih sedikit bahan bakar dibanding kendaraan yang lebih besar.
- ❑ Mengemudi dengan strategi Smart Driving.

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 Eergi 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. Yuniyanto, 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