

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1 Kesimpulan**

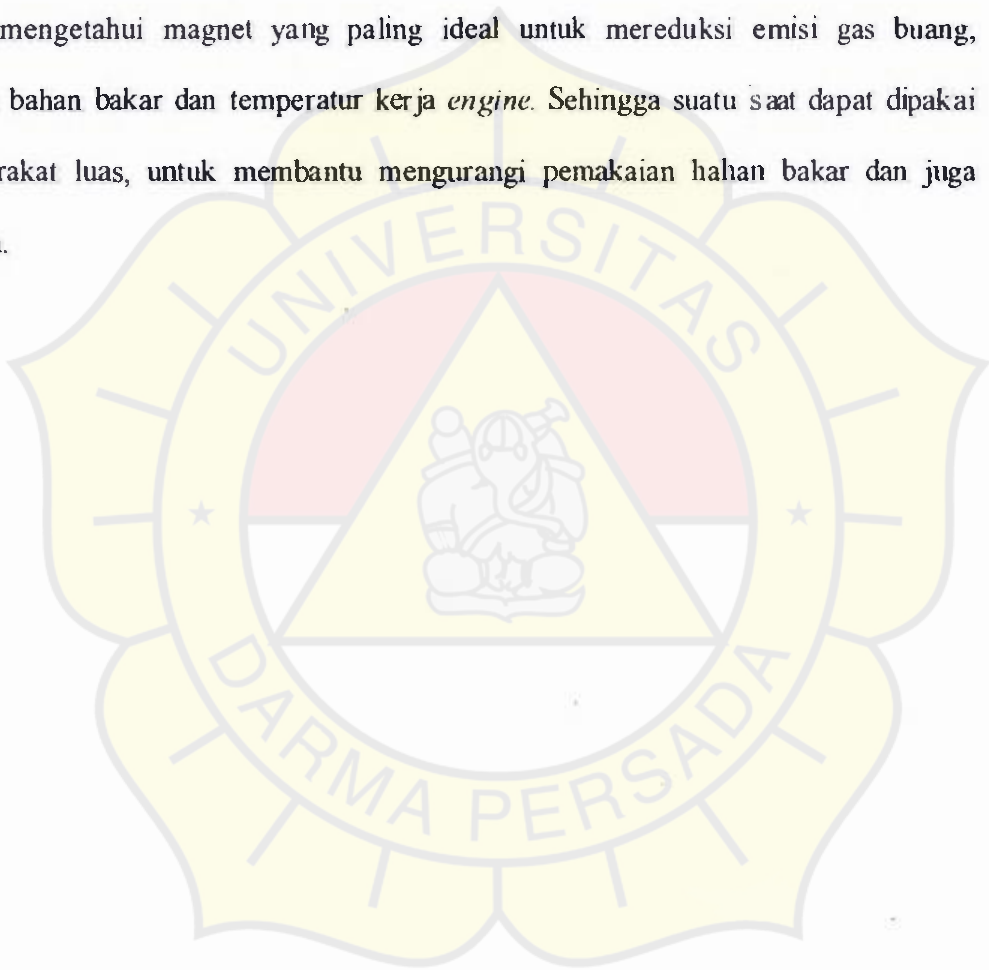
Berdasarkan dari hasil percobaan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Ditemukan fakta bahwa dari pembakaran yang sempurna, dapat menghasilkan performa/ kinerja mesin yang jauh lebih maksimal dan sempurna.
2. Ditemukan fakta bahwa magnet dengan proses ionisasinya dapat merubah formasi komponen – komponen bahan bakar sehingga bahan bakar jadi jauh lebih baik dan hasil pembakaran didalam ruang bakar jadi lebih sempurna.
3. Ditemukan fakta bahwa dengan menghasilkan pembakaran yang sempurna didalam ruang bakar, dapat membuat pemakaian bahan bakar jauh lebih sedikit, karena tidak ada sisa – sisa bahan bakar yang terbuang.
4. Ditemukan fakta bahwa dengan menghasilkan pembakaran yang sempurna didalam ruang bakar, dapat menekan emisi gas buang dan selain itu juga dapat menurunkan temperatur pada mesin.
5. Dari analisa komponen gas buang, partikel yang terdapat dalam gas buang, temperatur kerja mesin dan konsumsi bahan bakar dapat disimpulkan bahwa penggunaan magnet 2000 gauss lebih baik dari pada 4200 gauss.

Demikian kesimpulan yang dapat diambil dari percobaan yang telah dilakukan.

## V.2 Saran

Berdasarkan dari hasil percobaan yang telah dilakukan, dan hasil yang didapat masih banyak terdapat kekurangan – kekurangan dan diyakini perlu adanya perbaikan, maka disarankan agar pemakaian magnet ini dapat di kembangkan dan diteliti lebih lanjut lagi untuk mengetahui magnet yang paling ideal untuk mereduksi emisi gas buang, penggunaan bahan bakar dan temperatur kerja *engine*. Sehingga suatu saat dapat dipakai oleh masyarakat luas, untuk membantu mengurangi pemakaian bahan bakar dan juga polusi udara.



## REFERENSI

Hendratna, Kartika Kus. 2003. *Analisa Pengaruh Penggunaan Magnet Sebagai Fuel Treatment Terhadap Emisi Gas Buang, Kebutuhan Bahan Bakar Dan Temperatur Kerja Motor Diesel 4 Langkah Putaran Tinggi*. Surabaya : Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

[http // artikel.total.or.id](http://artikel.total.or.id). *Pengertian Magnet*

[http //www.kaskus.us](http://www.kaskus.us). *Magnet Portable*

[http //www.fut.es/~sje](http://www.fut.es/~sje). *Mag Fuel*

Kuswati, Tine maria, Ningsih, Sri Rahayu, Ratih, Sofyatiningrum, Etty, Kartini, Nani. 2004. *Sains Kimia* Jakarta : Bumi Aksara.

Sudrajad, Agung. 2005. *Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan*. artikel.Inovasi

Sutrisna, Nana. 2005. *Cerdas Belajar Kimia* Bandung: Grafindo Media Pratama.

**LAMPIRAN**



pengurangan emisi dilanjutkan dengan pengaplikasiannya di masyarakat menjadi suatu prioritas utama bagi pengendalian polusi udara di Indonesia.

#### 4. Tentang Teknologi Penanggulangan Emisi dari Kendaraan

Secara sekilas teknologi penanggulangan emisi dari mesin dapat dikategorikan menjadi dua bagian besar yaitu Pengurangan emisi metoda primer dan Pengurangan emisi metoda sekunder [6]. Untuk pengurangan emisi metoda primer adalah sebagai berikut:

Berdasarkan bahan bakar:

- Penggunaan bahan bakar yang rendah Nitrogen dan Sulfur termasuk penggunaan *non fossil fuel*
- Penggalangan penggunaan *Non Petroleum Liquid Fuels*
- Penggunaan angka cetan yang tinggi bagi motor diesel dan angka oktan bagi motor bensin
- Penggunaan bahan bakar Gas
- Penerapan teknologi emulsi fikasi (pencampuran bahan bakar dengan air atau lainnya)

Berdasarkan Perlakuan Udara

- Penggunaan teknologi *Exhaust Gas Recirculation (EGR)*
- Pengaturan temperature udara yang masuk pada motor
- Humidifikasi

Berdasarkan Proses Pembakaran

- Modifikasi pada pompa bahan bakar dan sistem injeksi bahan bakar
- Pengaturan waktu injeksi bahan bakar
- Pengaturan ukuran droplet dari bahan bakar yang diinjeksikan
- Injeksi langsung air ke dalam ruang pembakaran

Sementara itu pengurangan emisi metoda sekunder adalah:

- Penggunaan *Selective Catalytic Reduction (SCR)*
- Penerapan teknologi *Sea Water Scrubber* untuk aplikasi di kapal
- Penggunaan katalis magnet yang dipasang pada pipa bahan bakar
- Penggunaan katalis pada pipa gas buang kendaraan bermotor

#### 5. Akhir

Melihat kenyataan seperti dituliskan diatas, polusi udara merupakan salah satu

permasalahan lingkungan yang serius di Indonesia saat ini, sejalan dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan peningkatan ekonomi transportasi. Uji kelayakan emisi yang sejak beberapa tahun terakhir didengung-dengungkan oleh pemerintah dan LSM ternyata juga tidak berjalan dengan yang diharapkan. Jumlah kendaraan bermotor di jalan raya kian hari semakin meningkat. Di wilayah DKI Jakarta pertambahan kendaraan tercatat 8.74% per tahun sementara prasarana jalan meningkat 6.28% per tahun [3], menambah semakin terpuruknya kondisi lingkungan udara kita. Penulis berharap semoga dengan kenaikan harga pokok bahan bakar minyak bagi kendaraan yang ditetapkan pemerintah dapat menjadi salah satu momentum bagi kita semua untuk melangkah berpikir tentang lingkungan udara yang sehat. Kesadaran masyarakat akan pembatasan penggunaan kendaraan pribadi dan didukung dengan penyediaan angkutan massal yang baik dan nyaman oleh pemerintah akan menciptakan lingkungan udara yang sehat bagi manusia Indonesia.

#### 6. Daftar Pustaka

- [1] Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 2002, Presentasi Data ISPU – Januari 2002 hingga Desember 2002.
- [2] Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 2002, Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang.
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup, 2002, Status Lingkungan Hidup DKI Jakarta.
- [4] Nishida Osami, 2001, Actual State and Prevention of Marine Air Pollution from Ships, Review of Kobe University of Mercantile Marine No. 49, Kobe-Japan.
- [5] Tempo Interaktif, 2005, Metromini Penyebab Pencemaran Udara Terbesar di Jakarta, Januari 2005. (<http://www.tempointeraktif.com/hg/jakarta/2005/01/18/brk.20050118-10.jd.html>)
- [6] Wright.A.A, 2000, Exhaust Emissions from Combustion Machinery, IMARE-London.

## LAMPIRAN

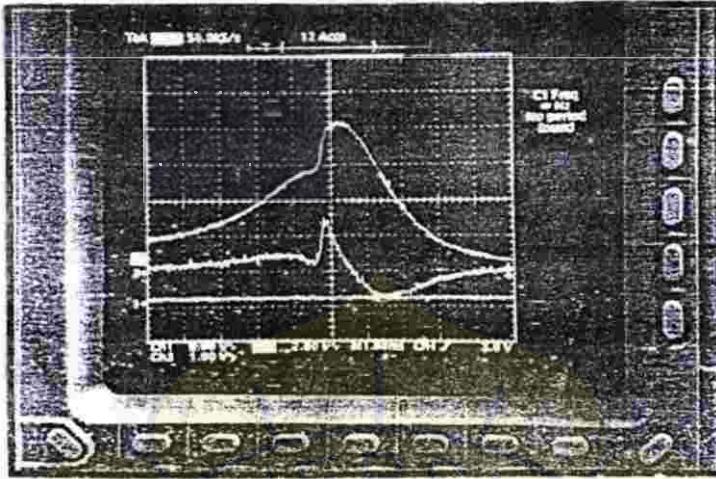


Foto 1. Grafik Tampilan Osiloskop



Foto 2. Tampilan Parameter Pengujian

## Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan

Agung Sudrajad<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Doktor Pada Laboratorium Teknik Energi Universitas Kobe

<sup>2</sup>Staff Pengajar Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada Jakarta

Email: [021d801n@y0.4.kobe-u.ac.jp](mailto:021d801n@y0.4.kobe-u.ac.jp), [agung\\_sudrajad@fypos.com](mailto:agung_sudrajad@fypos.com)

### 1. Umum

Tulisan ini mengetengahkan sekilas pandang mengenai pencemaran udara pengertian, pengaruhnya terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan manusia serta teknologi terbaru untuk mengurangnya. Semakin pesatnya kemajuan ekonomi mendorong semakin bertambahnya kebutuhan akan transportasi, dilain sisi lingkungan alam yang mendukung hajat hidup manusia semakin terancam kualitasnya, efek negatif pencemaran udara kepada kehidupan manusia kian hari kian bertambah. Untuk itulah tulisan singkat ini dipersembahkan sebagai bahan awal untuk melangkah menciptakan lingkungan yang sehat dan nyaman. Pencemaran udara adalah masuknya, atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan. Pencemaran udara dapat terjadi dimana-mana, misalnya di dalam rumah, sekolah, dan kantor. Pencemaran ini sering disebut pencemaran dalam ruangan (*indoor pollution*). Sementara itu pencemaran di luar ruangan (*outdoor pollution*) berasal dari emisi kendaraan bermotor, industri, perkapalan, dan proses alami oleh makhluk hidup. Sumber pencemar udara dapat diklasifikasikan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam terdiri dari pembangkit listrik, industri dan rumah tangga. Sedangkan sumber bergerak adalah aktifitas lalu lintas kendaraan bermotor dan transportasi laut. Dari data BPS tahun 1999, di beberapa propinsi terutama di kota-kota besar seperti Medan, Surabaya dan Jakarta, emisi kendaraan bermotor merupakan kontribusi terbesar terhadap konsentrasi  $\text{NO}_2$  dan CO di udara yang jumlahnya lebih dari 50%. Penurunan kualitas udara yang terus terjadi selama beberapa tahun terakhir menunjukkan kita bahwa betapa pentingnya digalakkan usaha-usaha pengurangan emisi ini. Baik melalui penyuluhan kepada masyarakat ataupun dengan mengadakan penelitian bagi penerapan teknologi pengurangan emisi.

### 2. Zat-zat Pencemar Udara

#### Emisi Karbon Monoksida (CO)

Asap kendaraan merupakan sumber utama bagi karbon monoksida di berbagai perkotaan. Data mengungkapkan bahwa 60% pencemaran udara di Jakarta disebabkan karena benda bergerak atau transportasi umum yang berbahan bakar solar terutama berasal dari Metromini [5]. Formasi CO merupakan fungsi dari rasio kebutuhan udara dan bahan bakar dalam proses pembakaran di dalam ruang bakar mesin diesel. Percampuran yang baik antara udara dan bahan bakar terutama yang terjadi pada mesin-mesin yang menggunakan *Turbocharge* merupakan salah satu strategi untuk meminimalkan emisi CO. Karbon monoksida yang meningkat di berbagai perkotaan dapat mengakibatkan turunnya berat janin dan meningkatkan jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Karena itu strategi penurunan kadar karbon monoksida akan tergantung pada pengendalian emisi seperti penggunaan bahan katalis yang mengubah bahan karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan penggunaan bahan bakar terbarukan yang rendah polusi bagi kendaraan bermotor

#### Nitrogen Oksida (NOx)

Sampai tahun 1999 NOx yang berasal dari alat transportasi laut di Jepang menyumbangkan 38% dari total emisi NOx (25.000 ton/tahun) [4]. NOx terbentuk atas tiga fungsi yaitu Suhu (T), Waktu Reaksi (t), dan konsentrasi Oksigen ( $\text{O}_2$ ),  $\text{NO}_x = f(T, t, \text{O}_2)$ . Secara teoritis ada 3 teori yang mengemukakan terbentuknya NOx, yaitu:

##### a. *Thermal NOx (Extended Zeldovich Mechanism)*

Proses ini disebabkan gas nitrogen yang beroksidasi pada suhu tinggi pada ruang bakar ( $>1800 \text{ K}$ ). Thermal NOx ini didominasi oleh emisi NO ( $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$ ).

##### b. *Prompt NOx*

Formasi NOx ini akan terbentuk cepat pada zona pembakaran.

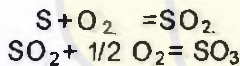
c. *Fuel NOx*

NOx formasi ini terbentuk karena kandungan N dalam bahan bakar.

Kira-kira 90% dari emisi NOx adalah disebabkan proses thermal NOx, dan tercatat bahwa dengan penggunaan HFO (*Heavy Fuel Oil*), bahan bakar yang biasa digunakan di kapal, menyumbang emisi NOx sebesar 20-30%. Nitrogen oksida yang ada di udara yang dihirup oleh manusia dapat menyebabkan kerusakan paru-paru. Setelah bereaksi dengan atmosfer zat ini membentuk partikel-partikel nitrat yang amat halus yang dapat menembus bagian terdalam paru-paru. Selain itu zat oksida ini jika bereaksi dengan asap bensin yang tidak terbakar dengan sempurna dan zat hidrokarbon lain akan membentuk ozon rendah atau smog kabut berawan coklat kemerahan yang menyelimuti sebagian besar kota di dunia.

SOx (*Sulfur Oxide* : SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>)

Emisi SOx terbentuk dari fungsi kandungan sulfur dalam bahan bakar, selain itu kandungan sulfur dalam pelumas, juga menjadi penyebab terbentuknya SOx emisi. Struktur sulfur terbentuk pada ikatan *aromatic* dan *alkyl*. Dalam proses pembakaran sulfur dioxide dan sulfur trioxide terbentuk dari reaksi:



Kandungan SO<sub>3</sub> dalam SOx sangat kecil sekali yaitu sekitar 1-5%. Gas yang berbau tajam tapi tidak berwarna ini dapat menimbulkan serangan asma, gas ini pun jika bereaksi di atmosfer akan membentuk zat asam. Badan WHO PBB menyatakan bahwa pada tahun 1987 jumlah sulfur dioksida di udara telah mencapai ambang batas yg ditetapkan oleh WHO.

Emisi *HydroCarbon (HC)*

Pada mesin, emisi Hidrokarbon (HC) terbentuk dari bermacam-macam sumber. Tidak terbakarnya bahan bakar secara sempurna, tidak terbakarnya minyak pelumas silinder adalah salah satu penyebab munculnya emisi HC. Emisi HC pada bahan bakar HFO yang biasa

digunakan pada mesin-mesin diesel besar akan lebih sedikit jika dibandingkan dengan mesin diesel yang berbahan bakar Diesel Oil (DO). Emisi HC ini berbentuk gas metan (CH<sub>4</sub>). Jenis emisi ini dapat menyebabkan leukemia dan kanker.

*Partikulat Matter (PM)*

Partikel debu dalam emisi gas buang terdiri dari bermacam-macam komponen. Bukan hanya berbentuk padatan tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu. Pada proses pembakaran debu terbentuk dari pemecahan unsur hidrokarbon dan proses oksidasi setelahnya. Dalam debu tersebut terkandung debu sendiri dan beberapa kandungan metal oksida. Dalam proses ekspansi selanjutnya di atmosfer, kandungan metal dan debu tersebut membentuk partikulat. Beberapa unsur kandungan partikulat adalah karbon, SOF (*Soluble Organic Fraction*), debu, SO<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub>O. Sebagian benda partikulat keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah butiran-butiran halus sehingga dapat menembus bagian terdalam paru-paru. Diketahui juga bahwa di beberapa kota besar di dunia perubahan menjadi partikel sulfat di atmosfer banyak disebabkan karena proses oksida oleh molekul sulfur.

**3. Efek Negatif Pencemaran Udara Bagi Kesehatan Tubuh**

Tabel 1 menjelaskan tentang pengaruh pencemaran udara terhadap makhluk hidup. Rentang nilai menunjukkan batasan kategori daerah sesuai tingkat kesehatan untuk dihuni oleh manusia. Karbon monoksida, nitrogen, ozon, sulfur dioksida dan partikulat matter adalah beberapa parameter polusi udara yang dominan dihasilkan oleh sumber pencemar. Dari pantauan lain diketahui bahwa dari beberapa kota yang diketahui masuk dalam kategori tidak sehat berdasarkan ISPU (*Indeks Standar Pencemar Udara*) adalah Jakarta (26 titik), Semarang (1 titik), Surabaya (3 titik), Bandung (1 titik), Medan (6 titik), Pontianak (16 titik), Palangkaraya (4 titik), dan Pekanbaru (14 titik). Satu lokasi di Jakarta yang diketahui merupakan daerah kategori sangat tidak sehat berdasarkan pantauan lapangan [1].

Tabel 1. Pengaruh Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Kategori	Rentang	Karbon monoksida (CO)	Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	Ozon (O <sub>3</sub> )	Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	Partikulat
Baik	0-50	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO <sub>2</sub> (Selama 4 Jam)	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O <sub>3</sub> (Selama 4 Jam)	Tidak ada efek
Sedang	51-100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang
Tidak Sehat	101-199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna. Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, Meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu di mana-mana
Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit Jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronchitis	Olah raga ringan mengakibatkan pengaruh pernafasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis
Berbahaya	300 - lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar				

Sumber: Bapedal [1]

Tabel 2. Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang

Pencemar	Sumber	Keterangan
Karbon monoksida (CO)	Buangan kendaraan bermotor; beberapa proses industri	Standar kesehatan: 10 mg/m <sup>3</sup> (9 ppm)
Sulfur dioksida (SO <sub>2</sub> )	Panas dan fasilitas pembangkit listrik	Standar kesehatan: 80 ug/m <sup>3</sup> (0.03 ppm)
Partikulat Matter	Buangan kendaraan bermotor; beberapa proses industri	Standar kesehatan: 50 ug/m <sup>3</sup> selama 1 tahun; 150 ug/m <sup>3</sup>
Nitrogen dioksida (NO <sub>2</sub> )	Buangan kendaraan bermotor; panas dan fasilitas	Standar kesehatan: 100 pg/m <sup>3</sup> (0.05 ppm) selama 1 jam
Ozon (O <sub>3</sub> )	Terbentuk di atmosfer	Standar kesehatan: 235 ug/m <sup>3</sup> (0.12 ppm) selama 1 jam

Sumber: Bapedal [2]

Tabel 2 memperlihatkan sumber emisi dan standar kesehatan yang ditetapkan oleh pemerintah melalui keputusan Bapedal. BPLHD Propinsi DKI Jakarta pun mencatat bahwa adanya penurunan yang signifikan jumlah hari dalam kategori baik untuk dihirup dari tahun ke tahun sangat mengkhawatirkan. Dimana pada tahun 2000 kategori udara yang

baik sekitar 32% (117 hari dalam satu tahun) dan di tahun 2003 turun menjadi hanya 6.85% (25 hari dalam satu tahun) [3]. Hal ini menandakan Indonesia sudah seharusnya memperketat peraturan tentang pengurangan emisi baik sektor industri maupun sektor transportasi darat/laut. Selain itu tentunya penemuan-penemuan teknologi baru