

**LAPORAN HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN
HIBAH BERSAING PERGURUAN TINGGI XI/2
TAHUN ANGGARAN 2004**



**PENGEMBANGAN DAN OPTIMASI
PROTOTIPE SISTEM REDUKSI CO_x,
DENGAN MENGGUNAKAN PLASMA
LUCUTAN PIJAR**

Disusun oleh:

Dr. Muhammad Nur, DEA

Drs. Ahmad Suseno, MSi

Dra. Sumariyah, MSi

**PUSAT STUDI APLIKASI RADIASI DAN REKAYASA BAHAN
LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
NOPEMBER 2004**

Lembar Identitas dan Pengesahan
Laporan Hasil Penelitian Hibah Bersaing

A. Judul :

PENGEMBANGAN DAN OPTIMASI PROTOTIVE SISTEM REDUKSI CO_x DENGAN MENGGUNAKAN PLASMA LUCUTAN PIJAR

B. Ketua Peneliti

- a. Nama : Dr. Muhammad Nur, DEA
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. Pangkat/Golongan/NIP : Lektor/III C/131 875 475
- d. Bidang Keahlian : Fisika Plasma
- e. Fakultas/Jurusan/Pusat Penelitian: Pusat Studi Aplikasi Radiasi dan Rekayasa Bahan
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

C. Tim Peneliti : 2 orang

No.	Nama dan gelar akademik	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Drs. Ahmad Suseno MSi	Kimia Fisik	MIPA/Kimia	UNDIP
2.	Dra. Sumariyah, MSi	Instrumentasi	MIPA/ Fisika	UNDIP

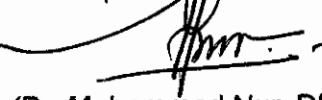
D. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian :

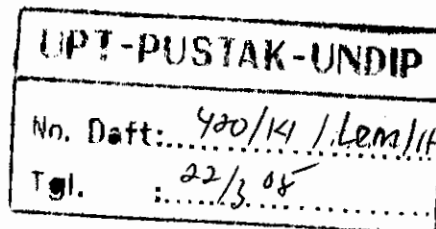
- Jangka Waktu Penelitian yang diusulkan : 3 tahun
- Biaya Total yang diusulkan : Rp. 109.900.000,00 (*tiga tahun*)
- Biaya yang disetujui tahun 2004 : Rp. 35.000.000,00 (*tahun II*)

Menyetujui,
an. Ketua Pusat Studi Aplikasi Radiasi dan Rekayasa Bahan Lemlit-Undip
Sekretaris

Semarang, 10 Nopember 2004
Ketua peneliti


(Dr. Endang K., DEA.)
NIP. 131 802 978


(Dr. Muhammad Nur, DEA)
NIP. 131 875 475



RINGKASAN

Telah dilakukan penelitian-penelitian tentang sistem reduksi gas emisi berteknologi plasma (REGET-Plasma). Sistem ini digunakan untuk mengurangi gas emisi khususnya CO_x yang dilepaskan dari kendaraan bermotor. Namun demikian system ini telah juga diujikan untuk mereduksi NO_x , dan SO_x yang diemisikan oleh kendaraan bermotor.

Dalam penelitian ini plasma non termik dibangkitkan dalam sebuah reaktor lucutan pijar korona dengan konfigurasi multi-pisau ke bidang (*multi-knives to plane configuration*) yang jarak antar elektroda 7 mm. Generator plasma merupakan pembangkit tegangan tinggi digunakan system pengapian mobil yang telah dimodifikasi. Dalam kondisi plasma, di dalam reaktor terbentuk ion-ion, radikal-radikal bebas energetik dan elektron energetik. Ion-ion dan radikal-radikal bebas saling bereaksi dan mampu mengubah senyawa emisi CO_x , SO_x dan NO_x menjadi bentuk senyawa lain. Pereduksian (perlakuan terhadap gas emisi) berlangsung selama gas emisi yang dikeluarkan oleh knalpot kendaraan bermotor mengalir masuk kesistem dan langsung keluar dari system dengan kata lain perlakuan terhadap gas emisi berlangsung saat gas tetap mengalir.

Hasil reduksi menunjukkan bahwa kemampuan pereduksian untuk masing-masing jenis gas yang dinyatakan dengan nilai Efisiensi Dekomposisi terbaik untuk CO_2 sebesar 32 % dan CO sebesar 40%. Sedangkan untuk gas emisi NO_x nilai DE 81,38%. Sistem ini juga mampu mereduksi SO_2 dengan nilai DE sebesar 56,82 %. Dari analisa spektroskopi (FTIR) dan analisa kation-anion dihipotesakan bahwa aerosol yang terbentuk dari hasil reaksi suhu tinggi (kondisi plasma) adalah senyawa $\text{NH}_4(\text{CO}_3)$, $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_3$ dan $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$

SUMMARY

The research of removal emission gas with Plasma Technology (REGET-Plasma) has been carried out. This system has been used for reducing emission gases especially CO_x released of the automobile. However, this system was tested to reduce SO_x, and NO_x that were released by automobile.

In this research, non-thermal plasma was produced in a reactor glow discharge corona with multi-knives to plane configuration that the distance between electrodes was 7 mm. Ignition Automobile System Modified as high voltage supply was functioned as Plasma Generator. In the plasma state (condition), ions, energetic free radicals and electron energetic were produced in site plasma reactor. Ions and energetic free radicals were entranced in reaction and this condition can to remove emission gases compound such as CO_x, SO_x and NO_x to become other compounds. Emission gases were treated during emission gases released from muffler automobile and entry to the system and directly out of system or on the other word emission gases in the flow condition during treatment.

The result of this research show that removal capability for each kind of emission gases that namely Decomposition Efficiency (DE): for CO_x emission gases, best value CO₂ DE was 32 % and for CO was 40 %. For NO_x emission DE was about 81,38%. This system also can reduce the concentration of SO₂ with the best DE value was 56,82 %. From spectroscopy analysis (FTIR) and anion-cation analysis, we obtained in hypotheses that aerosols have been produced in high temperature reaction (plasma condition) was NH₄(CO₃), (NH₄)₂SO₃ and (NH₄)₂SO₄.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya penelitian Hibah Bersaing dengan judul Pengembangan dan Optimasi Prototipe Sistem Reduksi CO_x dengan menggunakan Plasma Lucutan Pijar ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada:

- Direktur P4M Dirjen Dikti Depdiknas yang telah membiayai penelitian ini.
- Prof. Dr. dr. Ign. Riwanto, Sp.BD selaku Ketua Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini
- Kelompok seluruh peneliti dan mahasiswa yang aktif di Pusat Studi Aplikasi Radiasi dan Rekayasa Bahan (PUSARRAN) Lembaga Penelitian UNDIP
- Segenap karyawan dan staf laboratorium dilingkungan jurusan Fisika FMIPA UNDIP
- Para mahasiswa yang telah terlibat dalam penelitian ini.

Besar harapan kami semoga hasil penelitian ini dapat dikembangkan menjadi suatu system alternatif yang mampu mengendalikan pencemaran lingkungan oleh gas emisi pembakaran hidrokarbon terutama yang diemisikan oleh kendaraan bermotor.

DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Identitas dan Pengesahan	i
Ringkasan	ii
Summary	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Daftar Lampiran	viii
I. Pendahuluan	3
II. Tujuan dan Manfaat Penelitian Tahun Pertama	6
III. Tinjauan Pustaka	7
IV. Metoda Penelitian	22
V. Hasil dan Pembahasan	25
VI. Kesimpulan dan Saran	40
VII. Rencana/ Penelitian Tahap Selanjutnya	41
Daftar Pustaka	42
Lampiran	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1: Komposisi Udara Kering dan Bersih	9
Tabel 3.2: Perkiraan Emisi CO ₂ per satuan bahan bakar	12
Tabel 5.1: Hasil Analisa Anion Kation	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Skema reduksi CO _x	15
Gambar 3.2. Sistem pengapian mobil termodifikasi	17
Gambar 3.3. Sistem Pengapian Mobil	18
Gambar 3.4. Rangkaian sistem pengapian mekanis	19
Gambar 3.5. Grafik Karakteristik tegangan sistem pengapian batere dan magnet	20
Gambar 4.1. Sketsa prototip sistem reduksi gas emisi teknologi plasma (REGET-Plasma)	22
Gambar 4.2. Reaktor Plasma	23
Gambar 5.1. Pengaruh putaran distributor sistem pengapian mobil termodifikasi terhadap arus yang mengalir dalam reaktor	26
Gambar 5.2. Pengaruh putaran distributor sistem pengapian mobil termodifikasi terhadap efisiensi dekomposisi CO	29
Gambar 5.3. Pengaruh putaran distributor sistem pengapian mobil termodifikasi terhadap dekomposisi CO ₂	31
Gambar 5.4. Grafik hubungan antara putaran distributor dan efisiensi dekomposisi NO _x	32
Gambar 5.5. Grafik hubungan antara arus dan efisiensi dekomposisi NO _x	33
Gambar 5.6. Pengaruh putaran distributor terhadap dekomposisi SO _x	34
Gambar 5.7. Pengaruh arus terhadap efisiensi dekomposisi SO _x	35
Gambar 5.8. Spektrum FTIR pada kerak hasil reduksi gas emisi dari kendaraan bermotor berbahan bakar bensin	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisa FTIR, Spesifikasi Bensin Premium

Lampiran 2. File Patent

Lampiran 3. Sorotan Pers (pemuatan hasil penelitian ini oleh Kompas edisi Jateng, Suara Merdeka dan Tempo)

BAB I PENDAHULUAN

Penelitian Hibah bersaing dengan judul PENGEMBANGAN DAN OPTIMASI PROTOTIVE SISTEM PEREDUKSI CO_x, DENGAN MENGGUNAKAN PLASMA LUCUTAN PIJAR merupakan penelitian lanjutan dari tahun I dengan topik yang sama. Pada tahun pertama penelitian menggunakan gas emisi simulasi dari gas CO₂ industri serta menggunakan gas aditif Ar, H₂O uap, dan NH₃. Pengendalian emisi gas-gas polutan hasil pembakaran hidrokarbon khususnya gas CO_x dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi plasma non-termik. Reduksi Gas Emisi dengan Teknologi Plasma (selanjutnya disebut REGET-Plasma) didasari atas sifat plasma non-termik, yakni mudahnya plasma jenis ini menghasilkan senyawa-senyawa radikal bebas (*free redicals*) (Nur, 2003).

Pada penelitian tahun pertama tentang pemanfaatan plasma non-termik dalam pengendalian gas emisi pembakaran hidrokarbon telah dilakukan dengan menggunakan teknik lucutan pijar korona pada konfigurasi geometri elektroda titik-bidang (*point-to-plane electrode geometry*) dengan sampel gas CO₂ murni serta aditif uap air dan gas Ar murni. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah kemampuan reduksi gas CO_x pada percampuran gas CO₂ dan aditif dengan persentasi reduksi sebesar rata-rata 60%(Nur, 2003).

Pada tahun pertama penelitian ini juga dilakukan reduksi gas emisi CO₂ murni beserta aditif uap air, gas Ar murni, dan gas NH₃ dengan plasma non-termik menggunakan teknik lucutan pijar korona pada konfigurasi geometri

elektroda kawat-bidang (*wire-to-plane electrode geometry*). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah kemampuan reduksi terbaik terhadap gas CO₂ sebesar 85,0% pada pencampuran gas CO₂ dengan aditif. Analisis spektra FTIR yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan adanya gugus fungsi H–N–H, gugus N–H, gugus C=O, gugus C–O, dan CO₃²⁻. Sedangkan analisis anion dan kation yang dilakukan atas kerak hasil reduksi CO₂ menunjukkan adanya anion CO₃²⁻ dan kation NH₄⁺ pada senyawa hasil proses reduksi CO₂ yang kemudian diusulkan melalui suatu hipotesa bahwa salah satu senyawa tersebut adalah amonium karbonat (Nur, 2003).

Penelitian pada tahun I telah dilanjutkan mulai digunakan sampel gas CO_x emisi kendaraan bermotor. Penelitian ini pula menggunakan plasma non-termik dengan teknik lucutan pijar korona pada konfigurasi pisau-bidang (*knife-to-plane electrode geometry*). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah kemampuan reduksi terbaik dari prototipe terhadap gas CO₂ sebesar 65,81% dan gas CO sebesar 83,07%. Walaupun yang digunakan gas emisi dari kendaraan bermotor, pembangkit plasma masih tergantung dari PLN.

Analisa FTIR dan kimia secara kualitatif yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat -CH₂-, CH₃-CO-O, CH₃-C, CO₃²⁻, -NH-, -NH₂ dan NH₂ *stretching*, sedangkan analisa anion dan kation menunjukkan adanya anion CO₃²⁻ dan kation NH₄⁺ pada senyawa yang dihasilkan dari proses reduksi CO₂ dan CO. Pada penelitian ini dilakukan juga dengan memutar elektroda pisau, dengan putaran lebih tinggi tidak memberikan hasil yang memuaskan (Nur dkk., 2004).

Pada penelitian tahun kedua ini dilakukan pembuatan sistem pembangkit plasma lucutan pijar korona dengan sistem pengapian mobil termodifikasi. Gas emisi yang akan direduksi adalah gas emisi CO_x yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor dengan geometri elektroda pisau-bidang (*knife-to-plane electrode geometry*). Sistem pengapian mobil termodifikasi akan memberikan catu daya tegangan tinggi yang dapat digunakan untuk membangkitkan plasma dalam reaktor yang akan dilalui gas emisi.