

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH S.W.T. atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

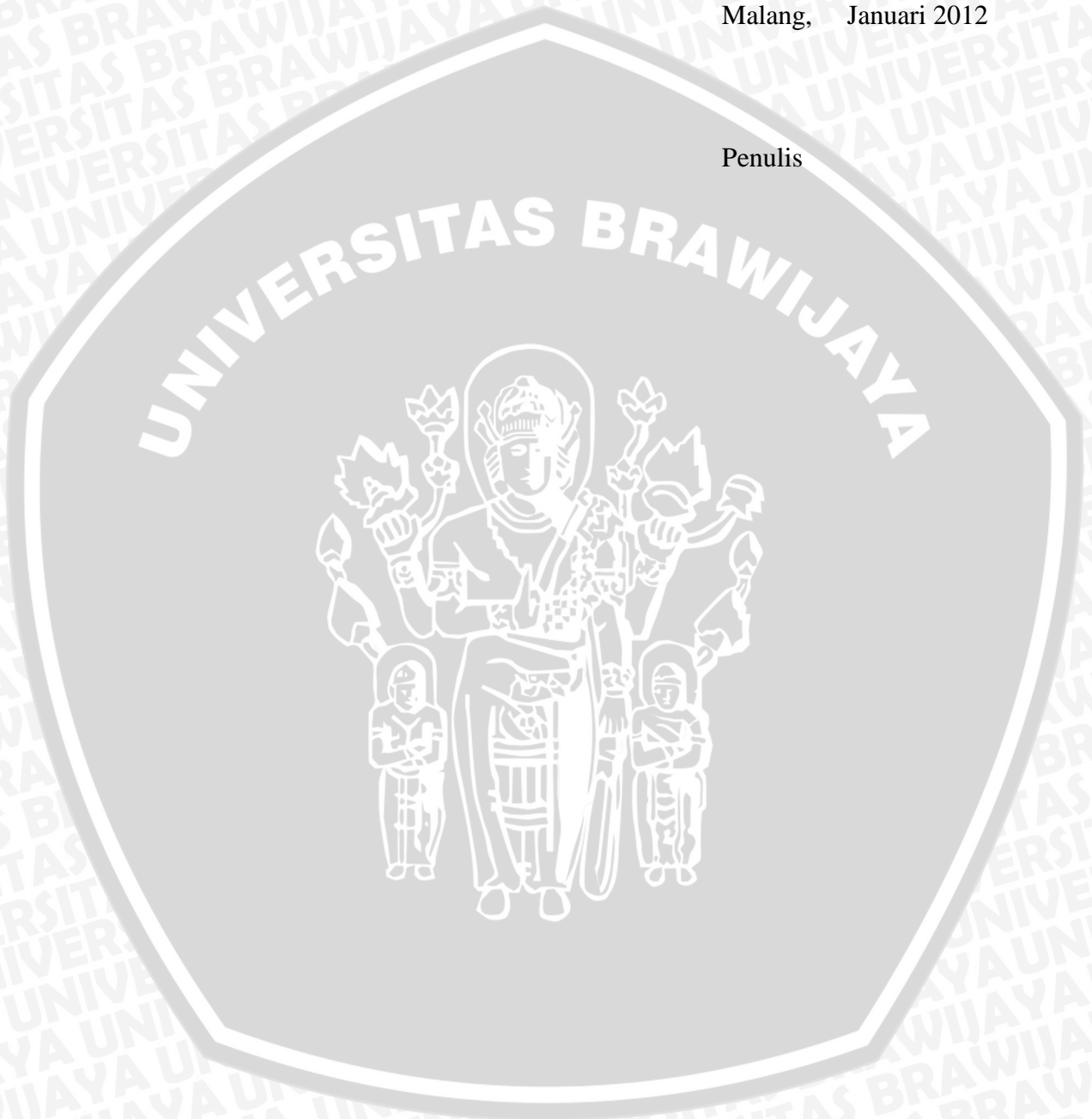
Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Sudut *Convergent Grid* Pada *Intake Manifold* Terhadap Kinerja Motor Bensin Berbahan Bakar Biogas”**, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST.,MT. Selaku Ketua Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak Dr.Eng Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng. Selaku Sekretaris Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
3. Bapak Dr.Eng. Deny W.,ST.,MT. Selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Prof. Ir. Sudjito Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, dan saran yang konstruktif dalam menyusun skripsi ini.
5. Dr. Ir. Achmad As’ad Sonief, MT. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan tentang tata cara penulisan skripsi ini.
6. Kedua orang tua kami yang telah memberikan banyak dukungan moril, dan materiil, nasehat serta doa yang sangat berarti sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Seluruh dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya beserta staf administrasi.
8. Ustadz Johan Pambudi, dan Ustadz Baqi beserta pengurus Pondok Pesantren Nurul Haromain – Pujon Kabupaten Malang, yang telah memberikan banyak ilmu khususnya di bidang pengolahan biogas.
9. Rekan kerja Ahmad Hanif Firdaus, Nur Dwi Setyawan, Andri Ariesto, Tatas Prima Yudha, dan Mukti Baskara, yang selalu memotivasi dan bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini, serta teman-teman seperjuangan M’07.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Malang, Januari 2012

Penulis



DAFTAR ISI

| | halaman |
|--|---------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| DAFTAR SIMBOL | x |
| RINGKASAN | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya | 4 |
| 2.2 Motor Bensin (Mesin <i>Otto</i>) | 4 |
| 2.2.1 Bagian-bagian Motor Bensin | 5 |
| 2.2.2 Siklus Kerja Motor Bensin Empat Langkah (Siklus Ideal) | 7 |
| 2.3 <i>Intake Manifold</i> | 9 |
| 2.4 Pembakaran | 9 |
| 2.4.1 Pembakaran Stoikhiometrik | 9 |
| 2.4.2 Pembakaran Pada Motor Bensin Empat Langkah | 10 |
| 2.4.3 Pengaruh Turbulensi Pada Pembakaran | 11 |
| 2.5 Bahan Bakar | 12 |
| 2.6 Biogas | 12 |
| 2.6.1 Pengertian | 12 |
| 2.6.2 Proses Pembuatan Biogas | 14 |
| 2.6.3 Komposisi Biogas | 15 |
| 2.7 Modifikasi Motor Bensin 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Biogas..... | 16 |
| 2.8 Modifikasi dengan <i>Convergent Grid</i> | 16 |
| 2.9 Variasi Sudut <i>Convergent Grid</i> | 17 |



| | |
|---|-----------|
| 2.10 Parameter Kinerja Motor Bakar Torak..... | 19 |
| 2.11 Grafik Hubungan Kinerja Motor Bensin Empat Langkah | 23 |
| 2.12 Hipotesis | 24 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 25 |
| 3.1 Metode Penelitian | 25 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian | 25 |
| 3.3 Variabel Penelitian | 25 |
| 3.4 Peralatan Penelitian | 26 |
| 3.4.1 Peralatan Utama | 26 |
| 3.4.2 Peralatan Bantu | 28 |
| 3.5 Diagram Skematik Instalasi Penelitian | 31 |
| 3.6 Prosedur Pengujian | 32 |
| 3.7 Rancangan Penelitian | 33 |
| 3.7.1 Rancangan Data Penelitian | 33 |
| 3.7.2 Grafik Hubungan Antar Variabel | 34 |
| 3.8 Analisa Statistik | 37 |
| 3.9 Diagram Alir Penelitian | 40 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 41 |
| 4.1 Analisis Data | 41 |
| 4.1.1 Data Hasil Pengujian | 41 |
| 4.1.2 Perhitungan Data | 44 |
| 4.1.3 Data Hasil Perhitungan | 46 |
| 4.2 Analisis Statistik | 48 |
| 4.2.1 Contoh Perhitungan Analisis Varian Dua Arah untuk Torsi | 48 |
| 4.2.2 Analisis Statistik Untuk Torsi yang Dihasilkan | 52 |
| 4.2.3 Analisis Statistik Untuk Daya Efektif yang Dihasilkan | 53 |
| 4.2.4 Analisis Statistik Untuk SFCE yang Dihasilkan | 54 |
| 4.2.5 Analisis Statistik Untuk Efisiensi Termal Efektif yang Dihasilkan ... | 55 |
| 4.2.6 Analisis Statistik Untuk Emisi Gas CO yang Dihasilkan | 56 |
| 4.2.7 Analisis Statistik Untuk Emisi Gas HC yang Dihasilkan | 57 |
| 4.3 Pembahasan | 58 |
| 4.3.1 Hubungan antara Putaran dengan Torsi | 58 |
| 4.3.2 Hubungan antara Putaran dengan Daya Efektif..... | 60 |
| 4.3.3 Hubungan antara Putaran dengan SFCE | 62 |

4.3.4 Hubungan antara Putaran dengan Efisiensi Termal Efektif 64

4.3.5 Hubungan antara Putaran dengan Emisi Gas CO 66

4.3.6 Hubungan antara Putaran dengan Emisi Gas HC 68

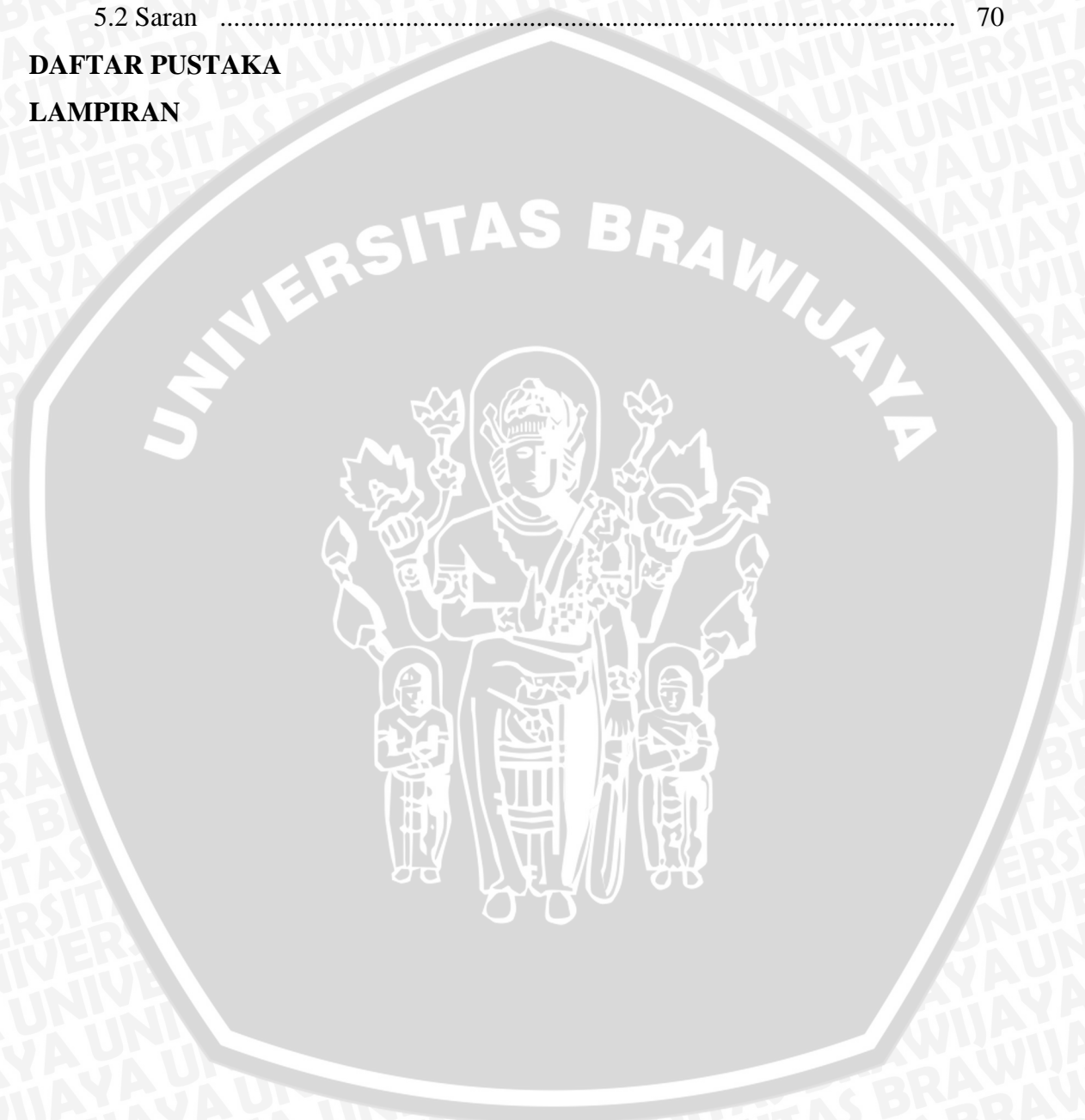
BAB V PENUTUP 70

5.1 Kesimpulan 70

5.2 Saran 70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

| No. | Judul | Halaman |
|------------|---|---------|
| Tabel 3.1 | Rancangan Data Penelitian yang Diperoleh | 33 |
| Tabel 3.2 | Tabel Perhitungan Data Penelitian | 34 |
| Tabel 3.3 | Analisis Varian | 39 |
| Tabel 4.1 | Data hasil pengujian kondisi tanpa <i>convergent grid</i> | 41 |
| Tabel 4.2 | Data hasil pengujian dengan sudut <i>convergent grid</i> 15 ⁰ | 42 |
| Tabel 4.3 | Data hasil pengujian dengan sudut <i>convergent grid</i> 20 ⁰ | 42 |
| Tabel 4.4 | Data hasil pengujian dengan sudut <i>convergent grid</i> 25 ⁰ | 43 |
| Tabel 4.5 | Data hasil pengujian dengan sudut <i>convergent grid</i> 30 ⁰ | 43 |
| Tabel 4.6 | Data hasil perhitungan pada motor bensin berbahan bakar biogas tanpa penambahan <i>convergent grid</i> | 46 |
| Tabel 4.7 | Data hasil perhitungan pada motor bensin berbahan bakar biogas dengan penambahan <i>convergent grid</i> sudut 15 ⁰ | 47 |
| Tabel 4.8 | Data hasil perhitungan pada motor bensin berbahan bakar biogas dengan penambahan <i>convergent grid</i> sudut 20 ⁰ | 47 |
| Tabel 4.9 | Data hasil perhitungan pada motor bensin berbahan bakar biogas dengan penambahan <i>convergent grid</i> sudut 25 ⁰ | 47 |
| Tabel 4.10 | Data hasil perhitungan pada motor bensin berbahan bakar biogas dengan penambahan <i>convergent grid</i> sudut 30 ⁰ | 48 |
| Tabel 4.11 | Torsi dengan Tiga Ulangan | 49 |
| Tabel 4.12 | Jumlah Torsi dengan Tiga Ulangan | 49 |
| Tabel 4.13 | Analisa Varian Dua Arah untuk Torsi | 52 |
| Tabel 4.14 | Analisa Varian Dua Arah untuk Daya Efektif | 53 |
| Tabel 4.15 | Analisa Varian Dua Arah untuk SFCE | 54 |
| Tabel 4.16 | Analisa Varian Dua Arah untuk Efisiensi Termal Efektif | 55 |
| Tabel 4.17 | Analisa Varian Dua Arah untuk Emisi Gas CO | 56 |
| Tabel 4.18 | Analisa Varian Dua Arah untuk Emisi Gas HC | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| No. | Judul | Halaman |
|-------------|--|---------|
| Gambar 2.1 | Bagian-bagian Motor Bensin | 5 |
| Gambar 2.2 | Siklus Kerja Motor Bensin Empat Langkah | 7 |
| Gambar 2.3 | Diagram P - v dan T - s Pada Siklus Volume Konstan | 8 |
| Gambar 2.4 | Grafik Kecepatan Rata-Rata Pembakaran Terhadap Putaran Mesin | 11 |
| Gambar 2.5 | Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Intensitas Turbulensi | 12 |
| Gambar 2.6 | <i>T-joint mixer</i> | 16 |
| Gambar 2.7 | Pengukuran Beda Tekanan Pada <i>Orifice</i> | 21 |
| Gambar 2.8 | Grafik Teoritis Karakteristik Kinerja Motor Bensin | 23 |
| Gambar 2.9 | Gambar Karakteristik Emisi Gas Buang Motor Bensin | 23 |
| Gambar 3.1 | Motor Honda Kharisma 125 cc | 27 |
| Gambar 3.2 | <i>Programmable CDI</i> | 27 |
| Gambar 3.3 | <i>mixer</i> | 28 |
| Gambar 3.4 | <i>Convergent Grid</i> | 28 |
| Gambar 3.5 | Dynamometer Prony Brake | 28 |
| Gambar 3.6 | <i>Tachometer</i> | 29 |
| Gambar 3.7 | Manometer U | 29 |
| Gambar 3.8 | <i>Hygrometer</i> | 30 |
| Gambar 3.9 | Barometer | 30 |
| Gambar 3.10 | <i>Stopwatch</i> | 30 |
| Gambar 3.11 | <i>Gas Analyzer</i> | 31 |
| Gambar 3.12 | Diagram Skematik Instalasi penelitian | 31 |
| Gambar 3.13 | Grafik Hubungan antara Putaran dengan Torsi | 34 |
| Gambar 3.14 | Hubungan antara Putaran dengan Daya Efektif | 35 |
| Gambar 3.15 | Hubungan antara Putaran dengan SFCE | 35 |
| Gambar 3.16 | Grafik Hubungan antara Putaran dengan Efisiensi Termal Efektif | 36 |
| Gambar 3.17 | Grafik Hubungan antara Putaran dengan Emisi Gas CO | 36 |
| Gambar 3.18 | Grafik Hubungan antara Putaran dengan Emisi Gas HC. | 37 |
| Gambar 3.19 | Diagram alir penelitian | 40 |
| Gambar 4.1 | Grafik Hubungan antara Putaran dengan Torsi | 58 |

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 4.2 | Hubungan antara Putaran dengan Daya Efektif | 60 |
| Gambar 4.3 | Hubungan antara Putaran dengan SF ₆ | 62 |
| Gambar 4.4 | Grafik Hubungan antara Putaran dengan Efisiensi Termal Efektif | 64 |
| Gambar 4.5 | Grafik Hubungan antara Putaran dengan Emisi Gas CO | 66 |
| Gambar 4.6 | Grafik Hubungan antara Putaran dengan Emisi Gas HC. | 68 |



DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul |
|------------|------------------------|
| Lampiran 1 | Data Gas Buang |
| Lampiran 2 | Komposisi Biogas |
| Lampiran 3 | Dokumentasi Penelitian |



DAFTAR SIMBOL

| Besaran dasar | Satuan dan Singkatannya | Simbol |
|---------------------------------------|--|-----------------|
| Jumlah mol | mol | n |
| Molaritas | mol per liter atau mol/l | M |
| Volume | meter kubik atau m^3 | V |
| Massa | kilogram atau kg | m |
| Waktu | sekon atau s | t |
| Torsi | kilogram meter atau kg.m | T |
| Gaya pengereman | kilogram force atau Kgf | F |
| Panjang | Meter atau m | L |
| Daya efektif | Horse power atau HP | Ne |
| Kecepatan anguler putaran | radian per detik atau rad/s rotasi per menit atau rpm | ω n |
| Percepatan gravitasi bumi | meter per sekon kuadrat atau m/s^2 | g |
| Efisiensi termal efektif | persen atau % | η |
| <i>Fuel Consumption</i> | kilogram per jam atau kg/jam | FC |
| Konsumsi bahan bakar spesifik efektif | kilogram per horse power jam atau kg/HP.jam | SFC_e |
| Beda tekanan | millimeter air raksa atau mmHg | ΔH |
| Nilai kalor bahan bakar terendah | kilokalori per kilogram atau kkal/kg | LHV |
| Massa jenis | kilogram per meter kubik atau kg/m^3 | ρ |
| Laju massa alir | kilogram per sekon atau kg/s | \dot{m} |

RINGKASAN

Muhammad Nur Rohim H. S., Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, January 2012, *Pengaruh Variasi Sudut Convergent Grid Pada Intake Manifold Terhadap Kinerja Motor Bensin Berbahan Bakar Biogas*. Dosen Pembimbing Prof. Ir. Sudjito, Ph.D., Dr. Ir. Achmad As'ad Sonief, MT.

Pada perkembangan zaman yang sedemikian pesat seperti saat ini, kebutuhan akan alat transportasi menjadi kebutuhan yang tidak dapat dipungkiri untuk membantu aktifitas sehari-hari. Sehingga permintaan akan alat transportasi akan semakin meningkat sedangkan cadangan minyak bumi sebagai bahan dasar untuk membuat bahan bakar fosil semakin berkurang. Dengan semakin meningkatnya penggunaan mesin transportasi maka akan meningkatkan kandungan emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran mesin tersebut, terutama kandungan gas karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang merupakan gas yang berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup. Berbagai cara telah banyak dilakukan untuk mencari solusi dari permasalahan diatas, salah satunya yaitu dengan penggunaan energi alternatif. Energi alternatif yang paling mudah dibuat yaitu biogas. Selain penggunaan biogas sebagai energi alternatif, salah satu cara yang bisa digunakan untuk mengurangi kadar emisi gas buang yaitu membuat proses pembakaran pada mesin berlangsung sempurna dengan cara memasang *convergent grid* sebagai pengganggu aliran campuran bahan bakar dengan udara sehingga dihasilkan campuran bahan bakar yang homogen.

Pada penelitian ini dilakukan suatu perlakuan yang bertujuan membuat campuran bahan bakar dengan udara semakin homogen sehingga akan dihasilkan proses pembakaran yang sempurna. Jenis perlakuan yang digunakan yaitu dengan penambahan *convergent grid* sebagai pengganggu aliran bahan bakar dengan udara. Penggunaan *convergent grid* ini dilakukan dengan empat variasi sudut sebagai variabel bebas utama yaitu 15° , 20° , 25° , dan 30° , dan putaran mesin sebesar 5500 – 6500 rpm dengan kenaikan 200 rpm sebagai variabel bebas kedua yang dipasang untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja motor karisma 125 cc dengan variabel kontrol yaitu bukaan *throttle* 100%, sudut engapian sebesar 39° , dan jumlah lubang *convergent grid* 7 lubang.

Hasil yang didapatkan dari berbagai perlakuan variasi sudut *convergent grid* menunjukkan peningkatan kinerja motor bensin empat langkah dalam hal ini yaitu torsi, daya efektif, SFCe, efisiensi termal efektif, serta penurunan nilai gas buang (gas CO dan HC) yang diakibatkan oleh semakin homoggennya campuran bahan bakar dengan udara sehingga pembakaran yang terjadi menjadi sempurna.

Kata kunci : motor bensin, biogas, *convergent grid*, kinerja motor bensin.