

**PENGARUH PENGGUNAAN INTAKE MANIFOLD
DENGAN BAHAN DASAR KOMPOSIT (SERAT NANAS)
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG
PADA SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X 125 TAHUN 2007**

Bayu Gilang Purnomo, Husin Bugis, & Yuyun Estriyanto

Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP, UNS
Kampus UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Telp/Fax 0271 718419
email: bayugilangpurnomo@gmail.com

ABSTRACT

Bayu Gilang Purnomo, THE EFFECT OF USE OF INTAKE MANIFOLD WITH BASE MATERIAL OF PINEAPPLE LEAF COMPOSITES ON FUEL CONSUMPTION AND EXHAUST EMISSION OF MOTORCYCLE HONDA SUPRA X 125 ASSEMBLED IN 2007. Skripsi: The Faculty of Teacher Training and Education, Sebelas Maret University, Surakarta, July 2014. The objective of this research is to investigate the fuel consumption and exhaust emission of Motorcycle Honda Supra X 125 assembled in 2007 with the use of intake manifold with base material of pineapple leaf composites. This research used the experimental method. Its sample was Motorcycle Honda Supra X 125 assembled in 2007 with Machine Number: JB51E1951246. The sample of research was taken by using the purposive sampling technique. The data of research were gathered through experimental method. The fuel consumption was measured in a static condition with measuring cup. The testing was done by measuring the time required by the machine to spend fuel in a certain volume at the low, medium, and high machine revolutions. The measurement of exhaust emission of carbon monoxide (CO) and hydrocarbon (HC) used the gas analyzer of Type 898 OTC STARGAS Global Diagnostic, which was conducted according to SNI 09-7118.3-2005 regarding Procedure for Testing Motor Vehicle with L category in idle condition. The data of research were analyzed by using the descriptive comparative technique of analysis. The results of research show that the average fuel consumption in the use of standard intake manifold at the machine revolutions of 1.200 rpm, 2.500 rpm, and 4.000 rpm is 0.088256 ml/second. Meanwhile the average fuel consumption in the use of intake manifold with pineapple leaf fiber composites at the machine revolutions of 1.200 rpm, 2.500 rpm, and 4.000 rpm is 0.072183 ml/second. Thus, the average fuel consumption in the use of intake manifold with pineapple leaf fiber composites decreases up to 20.7%. In addition, the average exhaust emission of CO in the use of standard intake manifold is 1.838%. Meanwhile, the average exhaust emission of CO in the use of intake manifold with pineapple leaf fiber composites is 1.127%. Accordingly, the average exhaust emission of CO in the use of intake manifold with pineapple leaf fiber composites decreases up to 38.7%. Furthermore, the average exhaust emission of HC in the use of standard intake manifold is 1.178 ppm. Meanwhile, the average exhaust emission of HC in the use of intake manifold with pineapple leaf fiber composites is 1.141 ppm. Therefore, the average exhaust emission of HC in the use of intake manifold with pineapple leaf fiber composites decreases up to 3.1%.

Keywords: *Pineapple leaf fiber composites, intake manifold, fuel consumption, and exhaust emission*

A. PENDAHULUAN

Transportasi secara umum diartikan sebagai perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lain. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut adanya peningkatan dan perkembangan penerapan teknologi tepat guna yang ramah lingkungan. Teknologi ramah lingkungan yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang menyediakan peluang penelitian yang tidak terbatas.

Salah satu dari bidang rekayasa material adalah teknologi komposit dengan material serat alam. Serat alam memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat gelas, di antaranya : memiliki kekuatan spesifik yang sesuai, murah, densitas rendah, ketangguhan tinggi, sifat termal yang baik, mengurangi keausan alat, mudah dipisahkan, meningkatkan *energy recovery*, dan dapat terbiodegradasi (Karnani dkk, 1997).

Tanaman nanas (*Ananas cosmosus*) termasuk famili *Bromeliaceae* merupakan tumbuhan tropis dan subtropis yang banyak terdapat di Filipina, Brasil, Hawaii, India dan Indonesia. Menurut data yang diperoleh oleh Balai Besar Tekstil Kementrian Perindustrian, perkebunan nanas yang dimiliki kabupaten DT II Muara Enim Palembang seluas 26.345 Ha, Subang 4000 Ha, Lampung Utara 32.000 Ha dan Lampung Selatan 20.000 Ha.

Namun pemanfaatan tanaman nanas saat ini hanya pada buahnya saja, sedangkan daun nanas dikembalikan ke lahan untuk digunakan sebagai pupuk. Tanaman nanas dapat menghasilkan 70-80 lembar daun atau 3-5 kg dengan kadar air 85%. Setelah panen bagian yang menjadi limbah terdiri dari : 90% daun, 9% tunas batang, dan 1% batang.

Sepeda motor merupakan salah satu alat transportasi yang banyak dipakai oleh masyarakat Indonesia. Dari data Biro Pusat Statistik (BPS) tahun 2012 menunjukkan angka perkembangan jumlah sepeda motor di Indonesia dalam kurun waktu 10 tahun jumlah sepeda motor di Indonesia mengalami peningkatan 59.379.053 unit.

Intake manifold merupakan komponen sepeda motor yang terletak di antara karburator dan saluran masuk bahan bakar ke ruang bakar. *Intake manifold* dapat dimodifikasi untuk meningkatkan performa kendaraan dengan cara menghaluskan permukaan dalam *intake manifold*.

Tujuan dari modifikasi *intake manifold* ini adalah untuk meningkatkan performa mesin, terutama konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang.

Honda Supra X 125 merupakan sepeda motor yang menerapkan prinsip kerja empat langkah, memiliki kapasitas mesin ± 125 cc.

Peningkatan jumlah sepeda motor dan modifikasi tersebut jelas akan berpengaruh terhadap meningkatnya jumlah konsumsi bahan bakar minyak, terutama premium dan emisi gas buang. Berdasarkan penelitian, cadangan bahan bakar premium di Indonesia akan habis dalam 16 tahun kedepan jika terus dipergunakan tanpa batas. Presiden menginstruksikan lima kebijakan penghematan energy, salah satunya adalah pengendalian sistem distribusi disetiap SPBU (hilir migas, edisi 09 tahun 2012). Emisi gas buang CO dan HC yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor akan berdampak buruk terhadap kesehatan dan lingkungan manusia.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu diadakan suatu penelitian dengan

membuat *intake manifold* dengan bahan dasar material komposit serat alam. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan *intake manifold* dengan bahan dasar komposit (serat nanas) terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2007. Dari penelitian ini diharapkan dapat memberi inspirasi terhadap penelitian-penelitian selanjutnya untuk pembuatan produk-produk otomotif dengan memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui di masa mendatang.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *intake manifold* dengan bahan dasar komposit (serat nanas) terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2007.

Pengujian emisi gas buang pada penggunaan *intake manifold* standar maupun *intake manifold* berbahan dasar komposit serat nanas dilaksanakan menggunakan *gas analyzer*. Pengujian emisi gas buang dilaksanakan berdasarkan pada SNI 09-7118.3-2005 yaitu cara uji kendaraan bermotor kategori L pada kondisi *idle*. Pengujian konsumsi bahan bakar dilaksanakan pada kondisi statis. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur waktu yang diperlukan mesin untuk menghabiskan bahan bakar dalam volume tertentu pada putaran mesin rendah, menengah dan tinggi.

Sampel dalam penelitian ini adalah sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2007. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini

menggunakan teknik sampel bertujuan/*purposive sample*.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen, Metode eksperimen pada pengukuran konsumsi bahan bakar dalam penelitian ini menggunakan gelas ukur. Pengukuran emisi gas buang karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) dalam penelitian ini menggunakan *gas analyzer* dengan merek *OTC 898 Stargas Global Diagnostic*. Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode penyelidikan deskriptif dengan studi komparatif. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk histogram kemudian dibandingkan antara sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2007 menggunakan *intake manifold* standar dengan *intake manifold* komposit serat nanas.

C. PELAKSANAAN PENELITIAN

1. Persiapan Eksperimen

Dalam penelitian ini langkah awal yang harus dilakukan adalah:

- a. Mempersiapkan alat dan bahan penelitian, yang meliputi *tool set*, ragum, amplas, mesin bor, gelas ukur, cetakan, *stopwatch*, *gas analyzer*, *tachometer digital*, *Thermometer digital*, sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2007, *Gypsum*, Malam/ Lilin Mainan, Kawat, *Epoksi Resin* dan *Epoxy Hardener*, bahan bakar premium, Serat Nanas, *Intake Manifold* Standar.
- b. Membuat *intake manifold* dengan bahan dasar komposit serat nanas, dengan tahapan sebagai berikut:
 - 1) Membuat cetakan
Cetakan dibuat dengan *gypsum*.
Dimulai dari rangka cetak bagian

bawah, kemudian menempelkan setengah bagian *intake manifold* standar yang telah diolesi pelumas untuk mempermudah mengangkatnya. Selanjutnya memberi pembatas di atas rangka cetak pertama. Kemudian mengisi *gypsum* ke rangka cetak atas dan membiarkannya sampai kering. Setelah itu membuat lubang saluran udara keluar dan melakukan *finishing* agar diperoleh hasil cetakan yang baik.



Gambar 1. Rangka Cetak

- 2) Membuat inti (*core*)
Inti/ *core* dibuat dengan cara membelah *intake manifold* standar menjadi dua bagian. Kemudian dihaluskan permukaan dalamnya. Selanjutnya mengisi bagian dalam *intake manifold* dengan malam/ lilin mainan. Menyisipkan sebatang kawat bendrat untuk memperkuat *core*.
- 3) Menyusun serat nanas dan *core* ke dalam cetakan
Serat nanas disusun ke masing-masing rangka cetak mengikuti alur *intake manifold*. Kemudian menempatkan *core* diantara kedua rangka cetak.
- 4) Menuang resin ke dalam cetakan
Menuang resin ke masing-masing rangka cetak hingga

menyatu dengan serat, tunggu beberapa menit, kemudian mengepresnya dan Biarkan selama 1x24 jam supaya mendapatkan kekerasan yang maksimal. Barulah *intake manifold* komposit serat nanas diambil dari cetakannya.

5) *Finishing*

Mengamplas permukaan luar *intake manifold* dan mengebor bagian-bagian yang akan dipasang baut dan saluran vakum bahan bakar.



Gambar 2. *Intake Manifold* Komposit Serat Nanas

2. Pelaksanaan Eksperimen

Melakukan *engine tune up* terlebih dahulu. Pengujian dilakukan pada masing-masing *intake manifold* sebanyak tiga kali. Kemudian masing-masing hasil pengujian tersebut dirata-rata dan ditampilkan dalam tabel dan histogram.

Adapun langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran konsumsi bahan bakar
 - 1) Mempersiapkan alat dan bahan eksperimen
 - 2) Menyetel putaran mesin pada putaran rendah, menengah dan tinggi
 - (a) Pada putaran 1200 rpm

- Mengukur konsumsi bahan bakar tiap 10 ml habis dalam berapa detik/sekon
- (b) Pada putaran 2500 rpm
Mengukur konsumsi bahan bakar tiap 10 ml habis dalam berapa detik/sekon
- (c) Pada putaran 4000 rpm
Mengukur konsumsi bahan bakar tiap 10 ml habis dalam berapa detik/sekon

b. Pengukuran emisi gas buang CO dan HC

- 1) Mempersiapkan alat dan bahan eksperimen.
- 2) Menghidupkan mesin dan menaikkan putaran mesin hingga mencapai 1900 rpm sampai dengan 2100 rpm selama 60 detik, selanjutnya dikembalikan pada kondisi *idle*.

- 3) Melakukan pengukuran pada kondisi *idle* dengan putaran mesin 1400 ± 100 rpm.
- 4) Memasukkan *probe* alat uji ke pipa gas buang sedalam 30 cm.
- 5) Setelah 20 detik mengambil data konsentrasi gas CO dalam satuan (%) dan gas HC dalam satuan ppm.
- 6) Mematikan mesin, kemudian mendinginkan mesin 20° C sampai 35° C.

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC pada sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2007 menggunakan *intake manifold* standar dan *intake manifold* modifikasi berbahan dasar komposit serat nanas menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengamatan Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar antara *Intake Manifold* Standar dan *Intake Manifold* Komposit Serat Nanas (dalam ml/detik)

Putaran Mesin	<i>Intake Manifold</i>	
	Standar	Komposit Serat Nanas
1200 rpm	0.052609	0.035199
2500 rpm	0.084295	0.071806
4000 rpm	0.127864	0.109544
Jumlah	0.264768	0.216549
Rata-rata	0.088256	0.072183

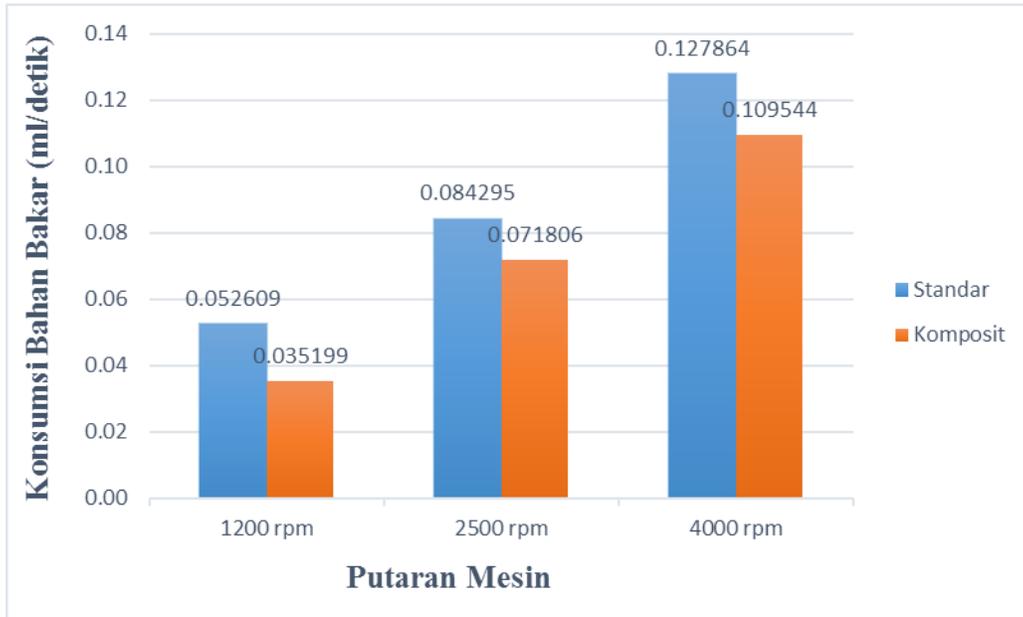
Berdasarkan hasil pengamatan, pada putaran 1200 rpm tingkat konsumsi bahan bakar pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas lebih rendah dari pada *intake manifold* standar, pada putaran 2500 rpm tingkat konsumsi bahan bakar pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas

lebih rendah daripada *intake manifold* standar dan pada putaran 4000 rpm tingkat konsumsi bahan bakar pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas juga lebih rendah dari pada *intake manifold* standar. Rata-rata konsumsi bahan bakar dari putaran mesin rendah (1200 rpm) sampai

putaran mesin tinggi (4000 rpm) pada penggunaan *intake manifold* standar adalah 0.088256 ml/detik atau 0.32 liter/jam.

Hasil pengujian rata-rata konsumsi bahan bakar dari putaran

mesin rendah (1200 rpm) sampai putaran mesin tinggi (4000 rpm) pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas adalah 0.072183 ml/detik atau 0.26 liter/jam.



Gambar 3. Histogram perbandingan Konsumsi Bahan Bakar antara *Intake Manifold* Standar dengan *Intake Manifold* Komposit Serat Nanas

Dari Gambar 3 di atas dapat dilihat selisih konsumsi bahan bakar antara penggunaan *intake manifold* standar dengan *intake manifold* komposit serat nanas pada putaran 1200 rpm yaitu 0.01741 ml/detik atau persentase penurunannya adalah 33.1 %, pada putaran 2500 rpm yaitu 0.012489 ml/detik atau persentase penurunannya adalah 14.8 % dan pada putaran mesin 4000 rpm yaitu 0.01832 ml/detik atau persentase penurunannya adalah 14.3 %. Sedangkan selisih rata-rata konsumsi bahan bakar pada putaran mesin rendah sampai putaran mesin tinggi pada penggunaan *intake manifold* standar dengan *intake manifold* komposit serat nanas yaitu 0.016073

ml/detik atau rata-rata prosentase penurunannya adalah 20.7 %.

Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan penggunaan *intake manifold* berbahan dasar komposit serat nanas permukaan dalam saluran lebih halus dibandingkan dengan *intake manifold* standar. Hal ini akan memperlancar aliran udara dan bahan bakar ke dalam silinder sehingga campuran udara dan bahan bakar yang masuk kedalam silinder lebih cepat dan lebih banyak. Dengan demikian pembakaran akan lebih maksimal dan mengakibatkan meningkatnya performa mesin. Dengan meningkatnya performa mesin, untuk mencapai kecepatan dan akselerasi yang sama hanya perlu memutar grip gas

sedikit saja sehingga konsumsi bahan

bakar yang digunakan semakin irit.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Perbandingan Emisi Gas Buang CO dan HC antara *Intake Manifold* Standart dan *Intake Manifold* Komposit Serat Nanas

Pengujian	Intake Manifold Standar			Intake Manifold Komposit		
	Temperatur Mesin	CO (%)	HC (ppm)	Temperatur Mesin	CO (%)	HC (ppm)
1	63.9	1.927	1098	67.4	1.148	1181
2	62.2	1.955	1249	61.7	0.748	1053
3	66.1	1.633	1187	65.3	1.486	1189
Jumlah	192.2	5.515	3534	194.4	3.382	3423
Rata-rata	64.067	1.838	1178	64.800	1.127	1141

Berdasarkan Tabel 2. diatas, pengujian pertama emisi gas buang CO dan HC pada penggunaan *intake manifold* standar temperatur mesinnya adalah 63.9 °C, hasil pengukuran gas buang CO yang terbaca oleh *gas analyzer* adalah 1.927 % dan HC 1098 ppm, pengujian kedua temperatur mesinnya adalah 62.2 °C, hasil pengukuran gas buang CO yang terbaca oleh *gas analyzer* adalah 1.955 % dan HC 1249 ppm, pengujian ketiga temperatur mesinnya 66.1 °C, gas buang CO yang terbaca oleh *gas analyzer* adalah 1.633% dan HC 1187 ppm.

Dari pembahasan di atas dapat diketahui bahwa jumlah emisi gas buang CO dari ketiga pengujian adalah 5.515 %, sehingga diperoleh rata-rata emisi gas buang CO adalah 1.838 % dan jumlah emisi gas buang HC dari ketiga pengujian adalah 3534 ppm, sehingga diperoleh rata-rata emisi gas buang HC adalah 1178 ppm.

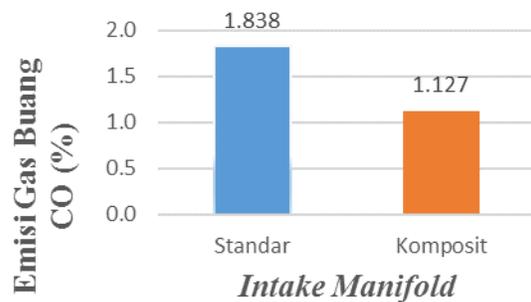
Sedangkan pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas, hasil pengujian pertama temperatur mesinnya adalah 67.4 °C, hasil pengukuran gas buang CO yang terbaca oleh *gas analyzer* adalah 1.148 % dan HC 1181 ppm, pengujian kedua temperatur mesinnya adalah 61.7 °C,

hasil pengukuran gas buang CO yang terbaca oleh *gas analyzer* adalah 0.748 % dan HC 1053 ppm, pengujian ketiga temperatur mesinnya 65.3 °C, hasil pengukuran gas buang CO yang terbaca oleh *gas analyzer* adalah 1.486 % dan HC 1189 ppm.

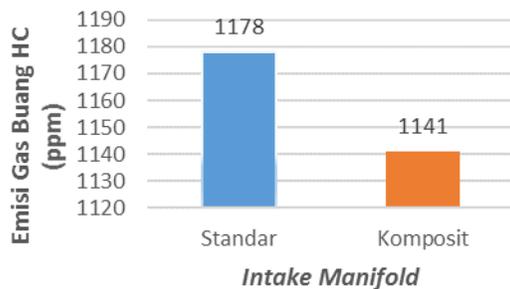
Dari pembahasan di atas dapat diketahui bahwa jumlah emisi gas buang CO dari ketiga pengujian adalah 3.382 %, sehingga diperoleh rata-rata emisi gas buang CO adalah 1.127 % dan jumlah emisi gas buang HC dari ketiga pengujian adalah 3423 ppm, sehingga diperoleh rata-rata emisi gas buang HC adalah 1141 ppm.

Gambar 4. dan Gambar 5. Menunjukkan bahwa terjadi penurunan emisi gas buang CO dan HC pada penggunaan *intake manifold* standar dan *intake manifold* komposit serat nanas. Emisi gas buang CO pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas lebih sedikit 0.711 % dibandingkan dengan emisi gas buang CO pada penggunaan *intake manifold* standar. Emisi gas buang HC pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas lebih sedikit 37 ppm dibandingkan dengan emisi gas buang HC pada penggunaan *intake manifold* standar.

Dengan penggunaan *intake manifold* berbahan dasar komposit serat nanas permukaan dalam saluran masuk bahan bakar dan udara lebih halus dibandingkan dengan *intake manifold* standar. Hal ini akan memperlancar aliran udara dan bahan bakar ke dalam silinder sehingga campuran udara dan bahan bakar yang masuk kedalam silinder lebih cepat dan lebih banyak. Dengan demikian pembakaran akan lebih sempurna sehingga emisi gas buang CO pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas turun 0.711 % atau persentase penurunan sebesar 38.7 % dan HC turun 37 ppm atau persentase penurunannya 3.1 %.



Gambar 4. Histogram Perbandingan Emisi Gas Buang CO antara *Intake Manifold* Standar dengan *Intake Manifold* Komposit Serat Nanas



Gambar 5. Histogram Perbandingan Emisi Gas Buang HC

antara *Intake Manifold* Standar dengan *Intake Manifold* Komposit Serat Nanas

E. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat penurunan konsumsi bahan bakar pada pemakaian *intake manifold* komposit serat nanas bila dibandingkan dengan *intake manifold* standar. Penurunan konsumsi bahan bakar tersebut adalah 0.016073 ml/detik atau sebesar 20.7 % dari penggunaan *intake manifold* standar pada rata-rata putaran mesin rendah sampai putaran mesin tinggi.
2. Terdapat penurunan emisi gas buang CO pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas bila dibandingkan dengan *intake manifold* standar. Penurunan emisi gas buang CO tersebut adalah 0.711 % atau sebesar 38.7 % dari penggunaan *intake manifold* standar.
3. Terdapat penurunan emisi gas buang HC pada penggunaan *intake manifold* komposit serat nanas bila dibandingkan dengan *intake manifold* standar. Penurunan emisi gas buang HC tersebut adalah 37 ppm atau sebesar 3.1 % dari penggunaan *intake manifold* standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, BPM & Berenschot, H. (1980). *Motor Bensin*. Sukrisno, Umar. Jakarta: Erlangga
- Badan Pusat Statistika. (2012). Jumlah Pesawat dan Kendaraan Bermotor Menurut Jenisnya, 1949 - 2012. Diperoleh 03 Maret 2014, dari http://www.bps.go.id/tab_sub/view.

- php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=25
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *Emisi Gas Buang – Sumber Bergerak – Bagian 3: Cara Uji Kendaraan Bermotor Kategori L pada Kondisi Idle*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.
- Brouwer, W.D. (2000). *Natural Fibre Composites in Structural Components, Alternative for Sisal, on the Occasion of the Joint FAO/CFC Seminar*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Diharjo, K. dkk. (2012). *Sifat Tahan Api dan Kekuatan Bending Komposit Geopolimer: Analisis Pemilihan Jenis Partikel Geomaterial*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Eriningsih, Rifaida dkk. (2011). *Komposit Sunvisor Tahan Api dari Bahan Baku Serat Nanas*.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2011). *Action to Unlock Commercial Fibre Potential Multi-Stakeholder Consultation Held in Conjunction with the Intergovernmental Group on Hard Fibers and the Intergovernmental Group on Jute Kenaf and Allied Fibers*. Salvador: FAO.
- Gay, D., Hoa, S. V., & Tsai, S. W. (2003). *Composite Materials*. New York: CRC Press.
- Handoyo, E. A., & Febriarto, T. (2004). *Pengaruh Penghalusan Intake Manifold terhadap Performansi Motor Bakar Bensin*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Jones, R.M. (1975). *Mechanics of Composite Materials*. Washington, DC: Taylor & Francis.
- Karnani, R., Krishnan, M., & Narayan, R. (1997). Biofiber-Reinforced Polypropylene Composites. *Polymer Engineering and Science*, 37 (2), 476-483.
- Kaw, A.K. (1997). *Mechanics of Composite Materials*. Florida: C R C Press LLC.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2006). *Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Madhukiran J., Rao S., & Madhusudan S. (2013). Fabrication and Testing of Natural Fiber Reinforced Hybrid Composites Banana/ Pineapple. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 3 (4), 2239-2243.
- Mueller, D.H., & Krobjilowski, A. (2003). New Discovery in the Properties of Composites Reinforced with Natural Fiber. *Journal of Industrial Textiles*, 33 (2), 111-130.
- Rohman, N. (2008). *Pengaruh Modifikasi Intake Manifold terhadap Unjuk Kerja Mesin pada Motor Honda GL Pro*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Santoso, Tomi Rachmad. (2007). *Pengaruh Penghalusan Dinding Dalam Intake Manifold dan Variasi Putaran Motor Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Honda Supra Fit*. Malang. Universitas Negeri Malang.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Wahyudi, Agung. (2011). *Efek Porting Polish Motor*. Diperoleh 17 Juni 2014, dari <https://id.answers.yahoo.com/question/index?qid=20110726040411AA4WSbu>