



Universitas Udayana



ISBN 978-602-7776-09-8

## **PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERTETA 2012**

# **PERAN KETEKNIKAN PERTANIAN DALAM PEMBANGUNAN INDUSTRI PERTANIAN BERKELANJUTAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL**

**Denpasar, 13-14 Juli 2012**

Diselenggarakan oleh PERTETA Cabang Bali dan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.  
Dalam rangka Dies Natalis Universitas Udayana ke-50, HUT ke 28 & BK ke 18 FTP UNUD

Didukung oleh :



PT. Wisu Varia Analitika



PT. Cakrawala Angkasa



PT. Almega Sejahtera



PT. Ditek Jaya

# **PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERTETA 2012**

**PERAN KETEKNIKAN PERTANIAN DALAM  
PEMBANGUNAN INDUSTRI PERTANIAN BERKELANJUTAN  
BERBASIS KEARIFAN LOKAL**

**Diselenggarakan oleh:  
PERTETA Cabang Bali dan  
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana**

**Tanggal 13-14 Juli 2012**

**Diterbitkan oleh:  
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana  
Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung, Bali  
Telp./Fax No. 0361-701801**

**ISBN 978-602-7776-09-8**





## TIM PENYUNTING

Prof. Ir. I Made Supartha Utama, MS., Ph.D.

Dr. Ir. Ida Bagus Putu Gunadnya, MS.

Dr. Ir. I Wayan Widia, MSIE.

Dr. Ir. P.K. Diah Kencana, MS.

Ir. I Made Anom S. Wijaya, M.App.Sc., Ph.D.

Dr. Ir. Yohanes Setiyo, MP.

Dr. Sumiyati, S.TP., MP.

Ir. I Wayan Tika, MP.

Ir. I Made Nada, M.Erg.

Ir. I G.N. Apriadi Aviantara, MT.

Ni Luh Yulianti, STP., MSi.

**SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL  
PERAN KETEKNIKAN PERTANIAN DALAM PEMBANGUNAN INDUSTRI  
PERTANIAN BERKELANJUTAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL**

Pelindung : Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana  
Prof. Dr. Ir. G.P. Ganda Putra, MP.

Steering Committee:

1. Dr. Sam Herodian (Ketua Umum Perteta)
2. Dr. Desrial (IPB)
3. Dr. Lilik Soetiarso (UGM)
4. Dr. Bambang Susilo (UB)
5. Dr. Ida Bagus Putu Gunadnya (UNUD)

Organizing Committee:

1. Ketua : Ir. I Made Anom S. Wijaya, M.App.Sc., Ph.D.
2. Wakil Ketua : I Wayan Tika, MP.
3. Bendahara : Ni Luh Yulianti, S.TP. M.Si.
4. Seksi Kesekretariatan dan Makalah
  - a. Prof. Dr. Ir. I Made Supartha Utama, MS.
  - b. Dr. Ir. P.K. Diah Kencana, MS
  - c. Dr. Sumiyati, S.TP., MP.
  - d. Ni Nyoman Sulastri, S.TP., M.Agr.
5. Seksi Acara
  - a. Dr. Ir. Yohanes Setiyo, MP.
  - b. Dr. Ir. Wayan Widia, MSIE.
  - c. Gede Arda, S.TP., M.Sc.
  - d. Ir. I Putu Sarjana, M.Erg.
6. Seksi Konsumsi
  - a. I.A. Rina Pratiwi P., S.TP., MP.
  - b. I Putu Surya Wirawan, S.TP., M.Si.
7. Seksi Transportasi, Perlengkapan, dan Dokumentasi
  - a. Ir. I G.N. Apriadi Aviantara, MT
  - b. Ir. I Made Nada, M.Erg.
  - c. I Putu Gede Budisanjaya, S.TP.

## DAFTAR ISI

Deskripsi	Hal
Halaman Judul .....	i
Tim Penyunting .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Sambutan Ketua PERTETA Pusat .....	iv
Susunan Panitia .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Makalah .....	vii
Keynote Speaker 1 : Bambang Palgoenadi	1
Keynote Speaker 2: Wayan Windia	14
Keynote Speaker 3: Made Merta	20
Bidang 1. Rekayasa Proses dan Teknik Pasca Panen (TPP)	25
Bidang 2. Pengelolaan Sumber Daya Alam (SDA)	197
Bidang 3. Sistem dan Manajemen Teknik Pertanian (SMP)	377
Bidang 4. Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian (RAM)	463
Bidang 5. <i>Emerging Technology</i> (ET)	613
Makalah Poster	747



## DESAIN PEMANAS TIPE ELEKTRIK UNTUK PEMANFAATAN BBN MINYAK NYAMPLUNG SEBAGAI BAHAN BAKAR UNIT GENERATOR LISTRIK

Desrial, Leopold Oscar Nelwan, dan Moch. Akhyar Nurawaludin

Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, FATETA, IPB

Email: [desrial@ipb.ac.id](mailto:desrial@ipb.ac.id), Tlp. (0251)8623026

### ABSTRAK

Dalam rangka menghadapi krisis energi dunia, Pemerintah Republik Indonesia telah memprioritaskan untuk pengembangan bahan bakar nabati (BBN) yang terbarukan. Salah satu tanaman yang mempunyai potensi sebagai bahan baku BBN dan tidak berkompetisi dengan pangan adalah Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu teknologi agar BBN dari minyak nyamplung murni (100%) dapat digunakan sebagai substitusi bahan bakar solar pada unit generator listrik. Penelitian ini akan difokuskan pada rekayasa teknologi sistem pemanas elektrik (*pre-heater*) agar BBN dapat digunakan secara optimal pada mesin diesel. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode standar proses rekayasa yaitu dimulai dari identifikasi masalah, perumusan kriteria desain, analisis dan gambar teknik, manufaktur, uji fungsional dan kinerja serta penyempurnaan desain. Pada penelitian ini dibuat dua buah sistem pemanas elektrik memiliki perbedaan pada sistem kontrolnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemanas dengan kontrol berbasis mikrokontroler dapat menghasilkan suhu pemanasan minyak yang lebih stabil dibandingkan dengan kontrol berbasis bimetal. Dari hasil pengujian fungsional sistem pemanas dengan kontrol mikrokontroler pada debit aliran BBN 19 ml/menit, 22 ml/menit dan 26 ml/menit secara berturut-turut diperoleh suhu minyak rata-rata pada tabung pemanas 136.6°C, 128.2°C, dan 125.6°C sedangkan suhu minyak rata-rata pada saat keluar dari tabung pemanas adalah 110.2°C, 111.2°C, dan 111.2°C. Suhu pemanasan ini telah sesuai dengan kriteria untuk menghasilkan kekentalan BBN yang baik untuk diinjeksikan ke ruang bakar.

**Kata kunci:** *bbn, nyamplung, pemanas bahan bakar, generator listrik*

### PENDAHULUAN

Beberapa penelitian terdahulu sudah dapat menemukan formula dan komposisi bahan bakar nabati (BBN) dalam bentuk biodiesel atau bioetanol dari berbagai sumber bahan baku yang ada di Indonesia. Meskipun pengembangan BBN secara teknologi sudah tidak menjadi masalah, tetapi ketersediaan bahan baku dan persaingan bahan baku dengan kebutuhan pangan masih harus dicarikan titik temunya.

Salah satu tanaman yang mempunyai potensi sebagai bahan baku BBN adalah Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.). Menurut penafsiran data Citra Satelit Landsat ETM+ diperkirakan bahwa luasan tegakan alami nyamplung di seluruh pantai Indonesia antara lain P. Sumatra, P. Jawa, P. Kalimantan, P. Bali dan Nusa Tenggara, P. Sulawesi, P. Maluku dan P. Irian mencapai 480.000 ha (Balitbang Kehutanan, 2008). Tanaman nyamplung ini cukup potensial karena bukan merupakan tanaman pangan, dan lahan untuk pertumbuhannya bukan merupakan lahan yang cocok untuk tanaman pangan. Tanaman ini



sudah dibudidayakan di hutan Indonesia sebagai tanaman penahan angin (*wind breaker*) yang ditanam di daerah marginal di tepi pantai atau lahan-lahan kritis lainnya (Balibang Kehutanan, 2008). Nyamplung mempunyai banyak nama daerah seperti: bintangor, bintol, mentangur, penanga di Sumatra; bunut, nyamplung, bintangur, sulatri, punaga, di Jawa; bataoh, bentangur, butoo, jampelung, jinjit, mahadingan di Kalimantan; betau, bintula di Sulawesi; balitiko, bitaur patuele di Maluku dan bentango, gentangir, mantau, samplong di NTT (Martawijaya *et al.*, 1981)

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan minyak nyamplung dalam bentuk biodiesel dapat digunakan pada mesin diesel (Sudrajat, 2006). Namun demikian penggunaan biodiesel dari nyamplung masih belum dapat diterapkan secara operasional karena harganya yang masih lebih tinggi dari harga BBM solar dan teknologi pembuatan biodiesel masih sulit untuk diterapkan di masyarakat daerah terpencil. Oleh sebab itu penggunaan BBN dalam bentuk minyak nyamplung murni secara langsung (*straight vegetable oil*, SVO) pada mesin diesel merupakan suatu alternatif yang lebih murah dan layak secara operasional. Secara teknis, minyak nyamplung murni dapat digunakan sebagai BBN pengganti solar, namun demikian, kekentalannya yang cukup tinggi dan tingkat kemurniannya masih menjadi kendala dan membuat kinerja mesin diesel tidak optimal. Untuk itu perlu dilakukan kajian dan pengembangan teknologi agar minyak nyamplung murni dapat digunakan secara optimal pada mesin diesel.

Pada penelitian sebelumnya telah dirancang pemanas BBN menggunakan elemen pemanas secara mekanis dengan memanfaatkan panas gas buang (Desrial *et al.*, 2009). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa elemen pemanas tersebut dapat bekerja dengan baik dalam memanaskan BBN sehingga dapat digunakan pada mesin diesel ukuran kecil yang banyak digunakan sebagai penggerak alat dan mesin pertanian. Namun demikian pemanas BBN tersebut masih memiliki kekurangan yaitu perlu adanya waktu pemanasan awal yang relatif lama dengan menggunakan BBM solar sebelum BBN minyak nyamplung digunakan. Pada penelitian ini akan dikembangkan sistem pemanas BBN dengan menggunakan pemanas elektrik yang secara khusus cocok digunakan pada mesin diesel penggerak unit generator listrik. Dengan menggunakan pemanas BBN elektrik maka diharapkan pemanasan BBN menjadi lebih efektif sehingga kinerja mesin.

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu teknologi untuk memanfaatkan minyak nabati murni (100%) dari tanaman nyamplung sebagai BBN untuk substitusi bahan bakar solar pada mesin diesel penggerak unit generator listrik. Teknologi yang akan dikembangkan adalah dengan merencanakan suatu sistem pemanas elektrik untuk memanaskan BBN minyak nyamplung sebelum diinjeksikan ke ruang bakar.

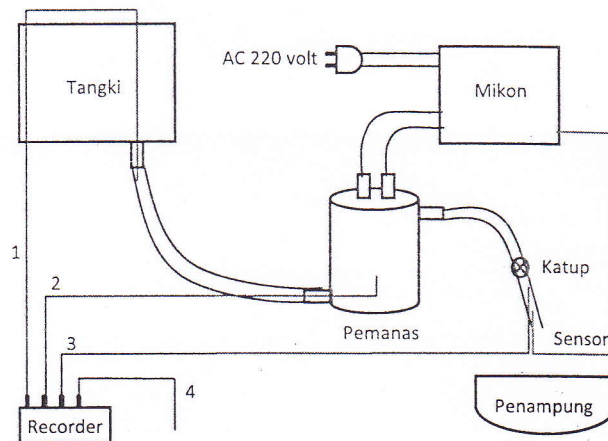
## METODE

Penelitian ini dilakukan di Bagian Teknik Mesin dan Otomasi dan Bagian Teknik Energi Terbarukan, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem IPB pada bulan Januari-Mei 2012. Bahan yang diperlukan adalah buah nyamplung yang akan dibeli dari daerah sekitar Cilacap. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah unit ekstraksi minyak nabati, peralatan perbengkelan manufaktur, instrumentasi (*termokopel*, *thermorecorder*, *load cell*, *tachometer*, *barometer* dan *data recorder*).

Penggunaan minyak nyamplung secara langsung memerlukan perlakuan modifikasi pada motor diesel terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena minyak nyamplung memiliki kekentalan yang jauh lebih tinggi dibanding bahan bakar diesel. Oleh sebab itu untuk mendapatkan kekentalan yang mendekati kekentalan bahan bakar diesel maka diperlukan perlakuan untuk menurunkan kekentalannya. Modifikasi rancangan pada motor diesel dilakukan dengan cara menambahkan elemen pemanas untuk meningkatkan suhu minyak



nyamplung sebelum memasuki pompa bahan bakar, sehingga tercapai kekentalan yang sesuai dengan spesifikasi untuk pengabutan yang sempurna. Pendekatan rancangan yang dilakukan dalam kegiatan modifikasi motor diesel adalah pendekatan rancangan fungsional dan pendekatan rancangan struktural. Pekerjaan dimulai dengan identifikasi masalah yang di analisa berdasarkan hasil karakterisasi bahan bakar minyak nyamplung dan informasi teknis dari motor diesel. Dengan pendekatan fungsional maka dirumuskan modifikasi yang harus dilakukan agar secara fungsional motor diesel tersebut dapat beroperasi menggunakan bahan bakar minyak nyamplung secara optimal. Selanjutnya dilakukan pendekatan struktural dan analisis teknik untuk membuat modifikasi konstruksi tersebut dengan pemilihan bahan dan ukuran yang sesuai.



Keterangan:

1. Titik pengukuran suhu minyak sebelum masuk pemanas (T1)
2. Titik pengukuran suhu minyak dalam tabung pemanas (T2)
3. Titik pengukuran suhu minyak keluar dari tabung pemanas (T3)
4. Titik pengukuran suhu ruangan (T4)

Gambar 1. Skema instalasi pemanas BBN dengan mikrokontroler

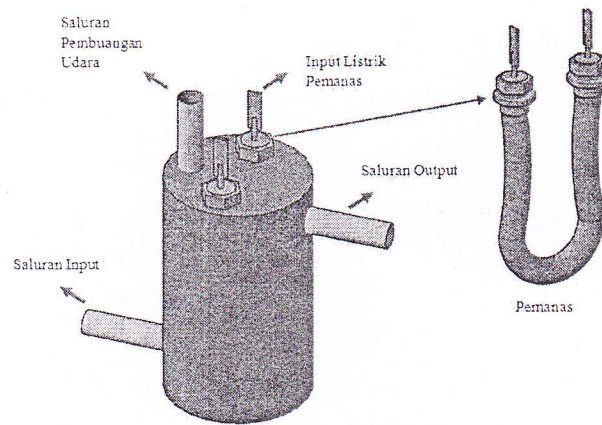
Elemen pemanas dirancang berdasarkan hasil perhitungan pindah panas setelah diperoleh data mengenai suhu pemanasan optimum minyak nyamplung. Tabung pemanas dirancang menggunakan elemen pemanas tipe listrik AC sedangkan sistem kontrolnya dirancang menggunakan mikrokontroler ATmega 8535. Pengujian kinerja sistem pemanas dilakukan dengan menguji kinerja dari motor diesel Dongfeng 8 HP dengan generator listrik. Pengujian pemanasan bahan bakar dilakukan dengan menggunakan bahan bakar minyak nyamplung hasil deguming dengan mengukur suhu bahan bakar pada beberapa titik yang penting yaitu suhu minyak yang masuk menuju tabung pemanas, suhu minyak dalam tabung pemanas, suhu keluaran dari tabung pemanas dan suhu ruangan. Letak kelima titik pengukuran tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sistem Pemanas

Sistem pemanas BBN yang dirancang dalam penelitian ini menyerupai sistem pemanas yang digunakan pada pemanas air mineral. Daya elemen pemanas yang digunakan adalah sebesar 300 watt. Daya pemanas ini merupakan daya yang paling mendekati laju pindah panas pada hasil perhitungan yang dapat ditemukan di pasaran. Sistem pemanas yang dirancang berbentuk tabung seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.

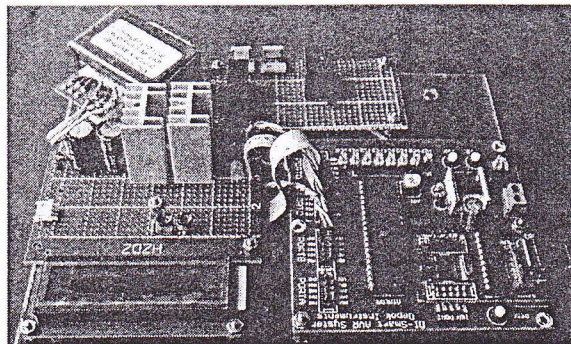




Gambar 2. Pemanas BBN hasil rancangan

### Sistem Pengontrol Suhu

Sistem pengontrol suhu yang digunakan berbasis sensor suhu LM35 dengan mikrokontroller ATmega 8535. Modul yang digunakan adalah modul Smart AVR System berbasis ATmega 8535. Modul ini berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada. Modul Smart AVR System diprogram untuk melakukan pengendalian terhadap seluruh sistem pengontrol suhu yang dirancang. Sistem kontrol yang dirancang berbasis mikrokontroler tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.

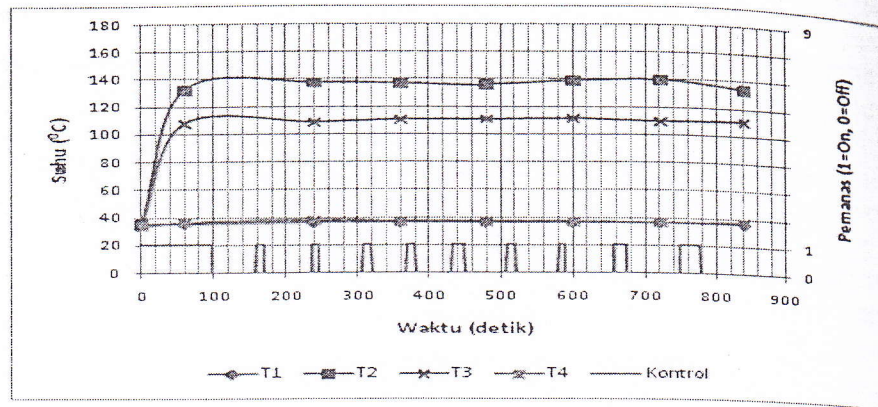


Gambar 3. Rangkaian keseluruhan sistem pengontrol suhu

### Pengujian Kinerja Fungsional Sistem Pemanas

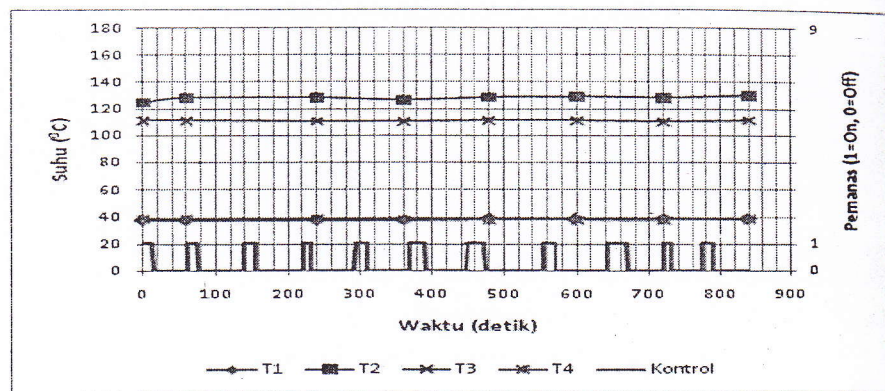
Pengujian kinerja fungsional sistem pemanas BBN dilakukan selama 15 menit dengan mikrokontroller diprogram dengan input suhu maksimum adalah  $110^{\circ}\text{C}$ . Pengukuran suhu dilakukan untuk debit aliran minyak yang berbeda sebagai antisipasi untuk konsumsi bahan bakar yang berbeda pula. Pada pengujian dengan debit aliran minyak sebesar 19 ml/menit, suhu maksimum tabung pemanas pada saat awal penyalaan ialah sebesar  $132^{\circ}\text{C}$  dan suhu keluaran telah mencapai suhu optimum  $110^{\circ}\text{C}$  dan pemanas mati. Suhu yang dihasilkan antara suhu minyak dalam tabung pemanas ( $T_2$ ) dan suhu minyak keluaran tabung pemanas ( $T_3$ ) cukup stabil dengan rata-rata suhu minyak dalam tabung sebesar  $136.6^{\circ}\text{C}$  dan suhu minyak yang keluar dari tabung sebesar  $110.2^{\circ}\text{C}$  (Gambar 4)



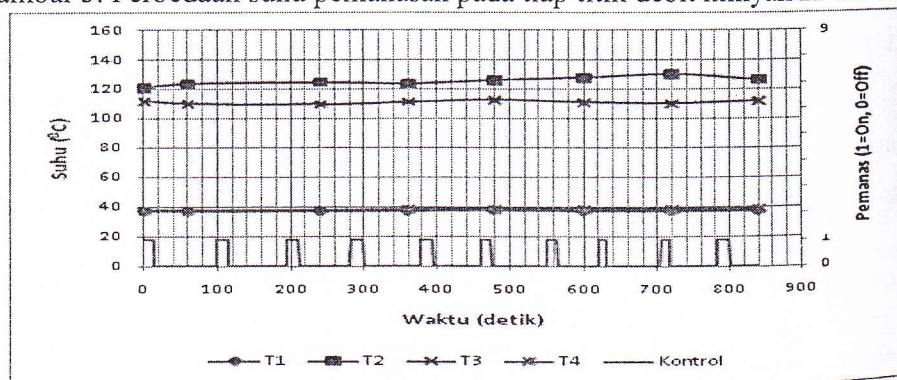


Gambar 4. Perbedaan suhu pemanasan pada debit minyak 19 ml/menit

Pada pengujian dengan debit aliran sebesar 22 ml/detik, besarnya suhu minyak di dalam tabung pemanas (T2) dan suhu minyak yang keluar dari tabung pemanas (T3) cukup stabil dengan suhu maksimum minyak dalam tabung yang dapat dicapai sebesar  $130.1^{\circ}\text{C}$  dengan suhu rata-rata sebesar  $128.2^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimum keluaran minyak dari tabung sebesar  $111.9^{\circ}\text{C}$  dengan suhu rata-rata sebesar  $111.2^{\circ}\text{C}$  (Gambar 5).



Gambar 5. Perbedaan suhu pemanasan pada tiap titik debit minyak 22 ml/menit



Gambar 6. Perbedaan suhu pemanasan pada debit minyak 26 ml/menit

Pada debit aliran sebesar 26 ml/menit suhu maksimum minyak dalam tabung pemanas (T2) yang dapat dicapai sebesar  $130.60^{\circ}\text{C}$  dengan suhu rata-rata sebesar  $125.60^{\circ}\text{C}$  dan suhu



maksimum keluaran minyak dari tabung sebesar 111.90C dengan suhu rata-rata sebesar 111.20C. Perbedaan suhu pemanasan pada percobaan ke-2 ini dapat dilihat pada Gambar 6.

Sistem kontrol on/off pada ketiga percobaan di atas memiliki intensitas yang tinggi jika dibandingkan dengan kontrol berbasis bimetal sehingga panas yang dihasilkan menjadi lebih stabil. Berdasarkan data suhu yang cukup stabil ini, maka sistem pemanas dengan mikrokontroller ini pada penelitian selanjutnya akan diujikan kinerjanya pada mesin genset.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dibuat sistem pemanas elektrik dengan berbasis mikrokontroller dan menunjukkan kinerja pemanasan bahan bakar sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan hasil uji fungsional, sistem pemanas dengan kontrol berbasis mikrokontroller memiliki pemanasan yang lebih stabil dibanding dengan sistem pemanas berbasis bimetal. Dari hasil pengujian fungsional sistem pemanas dengan kontrol mikrokontroller pada debit aliran BBN 19 ml/menit, 22 ml/menit dan 26 ml/menit secara berturut-turut diperoleh suhu minyak rata-rata pada tabung pemanas 136.6<sup>0</sup>C, 128.2<sup>0</sup>C, dan 125.6<sup>0</sup>C sedangkan dan suhu minyak rata-rata pada saat keluar dari tabung pemanas adalah 110.2<sup>0</sup>C, 111.2<sup>0</sup>C, dan 111.2<sup>0</sup>C. Suhu pemanasan ini telah sesuai dengan kriteria untuk menghasilkan kekentalan BBN yang baik untuk diinjeksikan ke ruang bakar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [Balitbang Kehutanan] Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2008. Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) sumber energi biofuel yang potensial. Departemen Kehutanan, Jakarta
- Desrial, Y. Aris Purwanto dan Miftahuddin, 2009. Rancang Bangun Elemen Pemanas Bahan Bakar Motor Diesel untuk Optimalisasi Aplikasi Minyak Kelapa Murni sebagai Bahan Bakar Alternatif. Prosiding Seminar Nasional Perteta 2008, Mataram.
- Martawijaya, A., Kartasunjana, I., Kadir, K., dan Prawiro S.A., 1981. Atlas Kayu Indonesia. Jilid 1. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Sudrajat, R. 2006. Laporan Pembuatan Biodiesel dari Biji Nyamplung. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor