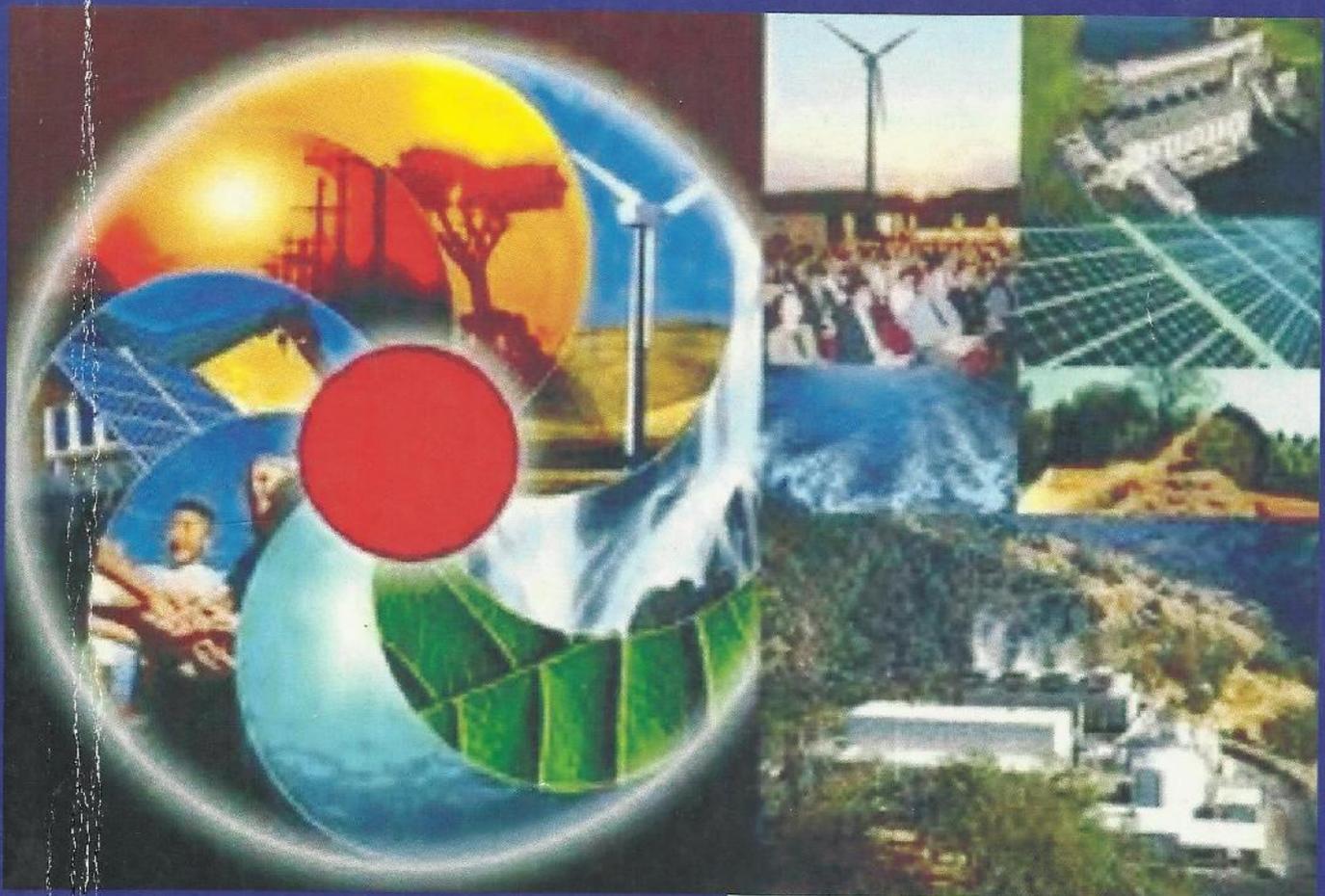


## SEMINAR NASIONAL ENERGI TERBARUKAN INDONESIA I

"Peran Perguruan Tinggi dalam Pengembangan Desa Mandiri Energi (DME)"

Purwokerto, 18-19 Desember 2010



### TIM EDITOR:

Ropiudin (Unsoed, METI)  
Budi Dharmawan (Unsoed)  
Priswanto (Unsoed)  
Kamaruddin Abdullah (METI)  
Imam Santosa (Unsoed)  
Agus Margiwiyatno (Unsoed)  
Erwin Susanto Sadirsan (METI)



Diterbitkan oleh:  
**LPPM UNSOED**

Kerjasama antara:



LPPM Unsoed



Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia

Didukung oleh:



RISTEK



Dinas ESDM  
Kab. Banyumas



MEDCOENERGI



## Tim Editor:

Ropiudin (Unsoed, METI)  
Budi Dharmawan (Unsoed)  
Priswanto (Unsoed)  
Kamaruddin Abdullah (METI)  
Imam Santosa (Unsoed)  
Agus Margiwiyatno (Unsoed)  
Erwin Susanto Sadirsan (METI)

### **PROSIDING SEMINAR NASIONAL ENERGI TERBARUKAN INDONESIA I** **“Peran Perguruan Tinggi dalam Mendukung Pengembangan Desa Mandiri Energi (DME)”**

Diterbitkan oleh:  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM)  
Universitas Jenderal Soedirman  
Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto 53123  
Telp./Faks. 0281-625791

Cetakan I, Mei 2011

ISBN 978-602-98346-0-4

Dicetak oleh: energiterbarukan press ([www.energiterbarukan.org](http://www.energiterbarukan.org))

KATA PENGANTAR

## Sambutan Per Kata Pengantar

## Kata Pengantar

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr wb

Pada kesempatan yang berbahagia ini marilah kita mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang memberi rahmat dan karunia-Nya sehingga Prosiding Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia I dapat selesai. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah yang dipresentasikan baik lisan maupun poster pada acara Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia I (SNETI I) yang dilaksanakan pada tanggal 18-19 Desember 2010.

Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia I (SNETI I) dengan tema "Peran perguruan tinggi dalam pengembangan Desa Mandiri Energi (DME)", dilaksanakan atas kerjasama Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman dengan Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI). Kegiatan seminar ini dimaksudkan sebagai media pertukaran informasi dalam penguatan pengembangan energi terbarukan di Indonesia secara berkelanjutan. Pemanfaatan sumber energi terbarukan menjadi solusi di masa datang untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin lama semakin besar. Pengembangan teknologi energi terbarukan tidak lepas dari peran dan dukungan Perguruan Tinggi, Lembaga litbang, swasta, dan masyarakat. Selain itu, pemerintah juga mengamanatkan pengembangan Desa Mandiri Energi (DME) dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas, kesempatan kerja dan kesejahteraan masyarakat melalui penyediaan energi terbarukan yang terjangkau dan berkelanjutan.

Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia I (SNETI I) dihadiri oleh pemakalah dan peserta yang terdiri atas pakar, peneliti, praktisi, instansi pemerintah, instansi swasta, asosiasi profesi, mahasiswa, dan masyarakat. Kehadiran komponen yang heterogen akan lebih mengefektifkan transfer pemanfaatan hasil penelitian teknologi energi terbarukan di masyarakat. Diharapkan ke depan dapat dilaksanakan Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia II, III, dan seterusnya guna memperkuat pengembangan dan penerapan energi terbarukan serta penguatan jaringan kelembagaan.

Akhirnya, kami berharap semoga prosiding ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan guna pengembangan DME. Kritik dan saran kami buka seluas-luasnya dalam rangka perbaikan dan evaluasi. Terima kasih.

Purwokerto, Mei 2011

Tim Editor



**REKTOR  
UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN****Sambutan disampaikan pada Pembukaan  
Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia I (SNETI I)  
Purwokerto, 18-19 Desember 2010**

Assalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh,  
Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua,

Keynote speakers, tamu undangan dan peserta seminar yang saya hormati,

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat kesempatan yang dilimpahkan kepada kita sehingga Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman (LPPM Unsoed) bekerja sama dengan Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI) dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Energi Terbarukan I (SNETI) di Purwokerto. Saya sebagai pimpinan Unsoed sangat mengapresiasi kegiatan ini yang merupakan wujud komitmen dan kepedulian para ilmuwan, peneliti, praktisi, pengusaha bidang energi dan pemangku kepentingan lainnya dalam upaya mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan kebutuhan energi. Kita menyadari bahwa kebutuhan energi terus meningkat seiring bertambahnya penduduk dunia, sedangkan sumber energi yang tersedia tidaklah berubah. Oleh sebab itu, dibutuhkan invensi inovasi dalam upaya pemanfaatan energi secara berkelanjutan.

Saya mengucapkan selamat datang di Purwokerto, tepatnya di Baturaden, kepada Dirjen Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian Energi dan Sumer Daya Mineral (ESDM), Dr. Luluk Sumiarso; Prof. Kamaruddin Abdullah (Unsada, METI); Ir. Hilmi Panigoro (Ketua Umum METI) dan Ir Tri Mumpuni. Saya sangat berterima kasih kepada beliau berempat yang telah meluangkan waktu di sela kesibukannya dan menempuh perjalanan ke Purwokerto untuk menjadi keynote speakers dalam SNETI. Terima kasih juga saya sampaikan kepada para pembicara dan peserta karena dengan partisipasi mereka SNETI ini menjadi mungkin diselenggarakan.

Permasalahan keterbatasan cadangan energi dan meningkatnya konsumsi energi, meskipun berbagai upaya penghematan energi juga dilakukan, mendorong para pakar dan praktisi serta pihak-pihak yang berkepentingan melakukan upaya komprehensif untuk menanggulangnya. Upaya komprehensif ini diantaranya meliputi penelitian dan pengembangan, alih teknologi, formulasi regulasi yang tepat. Invensi dan inovasi di bidang energi merupakan upaya yang dilakukan secara sinergis oleh ilmuwan, teknokrat, praktisi, pengusaha dan pemerintah serta masyarakat, untuk meningkatkan kapasitas di bidang energi terbarukan. SNETI I kali ini selain merupakan forum untuk bertukar gagasan dan informasi, hendaknya juga dapat merumuskan solusi alternatif terkait dengan permasalahan energi terbarukan. Saya berharap *state of the art* dan hasil-hasil *cutting edge research* di bidang energi terbarukan dipaparkan dalam seminar ini yang juga diikuti dengan diskusi untuk membahas berbagai permasalahan yang telah diidentifikasi. Seminar ini selayaknya juga menghasilkan basis data ilmiah yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar penentuan kebijakan terkait dengan energi terbarukan.

Akhirnya, saya mengucapkan terima kasih kepada panitia atas kerja kerasnya sehingga seminar nasional energi terbarukan ini insya Allah dapat terlaksana dengan baik dan menghasilkan luaran yang bermanfaat. Saya mohon maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan.  
Selamat mengikuti SNETI I.

Wassalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh.

Rektor Unsoed,

Prof. Edy Yuwono, Ph.D.

**KETUA UMUM  
MASYARAKAT ENERGI TERBARUKAN INDONESIA**

**Sambutan disampaikan pada Pembukaan  
Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia I (SNETI I)  
Purwokerto, 18-19 Desember 2010**

Yth. Rektor Universitas Jenderal Soedirman  
Yth. Ketua LPPM Unsoed  
Yth. Bupati Kabupaten Banyumas  
Yth. Para pembicara utama  
Yth. Pemakalah, peserta, dan hadirin sekalian yang saya hormati.

Sebagai upaya menumbuh-kembangkan apresiasi terhadap peranan energi ramah lingkungan, serta berbagai aspek kehidupan sosial dan budaya secara berkesinambungan, akan dilaksanakan Seminar Nasional dan Kunjungan Desa Mandiri Energi (DME) atas kerjasama LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) Universitas Jenderal Soedirman dengan METI (Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia).

Peran masyarakat yang peduli terhadap lingkungan harus didukung oleh semua pemangku kepentingan di sektor energi dan menjadi Peluang Pemanfaatan Teknologi Energi Terbarukan untuk Perdesaan.

Salah satu cara Pemerintah Indonesia untuk beralih ke Energi Terbarukan dengan meluncurkan program nasional Desa Mandiri Energi (DME) dengan harapan masyarakat bisa mandiri dalam memenuhi kebutuhan energinya, baik untuk urusan rumah tangga, industri maupun transportasi. Bila program DME berhasil dijalankan dengan semestinya, masyarakat desa tidak hanya mendapatkan energi untuk penerangan tapi bisa juga untuk menambah pendapatan mereka sehari-hari.

Dalam rangka mengembangkan Energi Terbarukan, kami berharap adanya dukungan dari pemerintah, salah satu caranya dengan meningkatkan nilai ekonomis Energi Terbarukan itu sendiri.

Kegiatan yang sarat akan makna energi yang ramah lingkungan dengan menerapkan Desa Mandiri Energi serta keseluruhan aspek yang memungkinkan untuk mencapai kinerja yang lebih baik, yang hanya bisa diraih melalui pembelajaran dan kerja keras. Kesemua proses tersebut menjadi usaha yang mengiringi bangsa ini meraih daya saing untuk mensejahterakan masyarakat. Tidak ada kata 'menunggu' dalam mengembangkan Energi Terbarukan di Indonesia. Anggap pengembangan kapasitas infrastruktur Energi Terbarukan sebagai Investasi.

Menjadi tugas bersama segenap aspek bangsa untuk mendukung setiap usaha meraih keberhasilan tersebut. Kerjasama LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) Universitas Jenderal Soedirman dengan METI (Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia) adalah ajang bersatunya ide, karya, serta upaya untuk mewujudkan lingkungan yang mandiri dan berdaya saing tinggi.

Untuk itu menjadi suatu kewajiban seluruh masyarakat energi ramah lingkungan beserta seluruh pemangku kepentingan untuk mendukung, mendorong dan turut mensukseskannya.

Jakarta, Desember 2010  
Ketua Umum METI

Ir. Hilmi Panigoro, M.Sc





Halaman Judul .....	i
Kata Pengantar .....	iii
Sambutan Pembukaan SNETI I: Rektor Unseod dan Ketua Umum METI .....	v
Daftar Isi .....	ix

## A. Makalah Utama

1. Peranan Perguruan Tinggi untuk Memacu Pencapaian Program Desa E <sup>3</sup> /DME <i>Kamaruddin Abdullah</i> .....	1
2. Kebijakan Energi Baru dan Terbarukan dalam Menunjang Program dan Pengembangan Desa Mandiri Energi <i>Djoko Winarno</i> .....	8
3. Pendekatan Sosial untuk Optimalisasi Peran Masyarakat dalam Pemanfaatan Teknologi Energi Terbarukan <i>Imam Santosa</i> .....	18
4. Pengembangan Teknologi dan Potensi Energi untuk Kesejahteraan Masyarakat Lokal: Isu Utama dan Pengalaman Pengembangan Mikrohidro Berbasis Masyarakat <i>Tri Mumpuni</i> .....	25

## B. Makalah Pendukung

### B.1. Presentasi Lisan

#### Topik A: Rekayasa Teknologi Energi Terbarukan

1. Studi Pendahuluan Hidrorengkah Katalitik Pome menjadi Fraksi Bahan Bakar dengan Katalis Ni/Zeorlit <i>Dwi Kartika</i> .....	35
2. Pengamatan Awal Pertumbuhan dan Produktivitas Provenan Jarak Pagar ( <i>Jatropha Curcas</i> Linn) Non Toksik Dibanding Kultivar Harapan Jatromas <i>Praptiningsih Gamawati Adinurani, T. Liwang, R. Hendroko, dan Salafudin</i> .....	40
3. Pengembangan Proses Produksi Biodiesel Biji Karet Metode Non-Katalis dan Uji Kinerja Mesin Diesel <i>I Wayan Susila</i> .....	47
4. Turbin Aliran Silang dengan Diameter 0,156 M, Lebar 0,196 M dan Busur Sudu 74 <sup>o</sup> yang Dibuat dari Bilah Pipa $\phi$ 2 Inchi <i>Yosef Agung Cahyanta dan Julianto</i> .....	56
5. Pembentukan Sambungan P-N Silikon dengan Metode DC Magnetron Sputtering untuk Sel Surya <i>Agus Yanto</i> .....	63
6. Continuous Tubular Loop Reactor using a Heterogeneous Catalyst in Methanolysis Purified <i>Jatropha</i> Oil <i>Taharuddin</i> .....	69
7. Diffuser Interior Lengkung untuk Peningkatan Performansi Diffuser-Augmented Wind Turbine <i>Deka W. Purwanto dan Aulia MT Nasution</i> .....	74
8. Interior Lengkung Diffuser untuk Peningkatan Performansi Diffuser-Augmented Wind Turbine (DAWT) <i>Deka W. Purwanto dan Aulia MT Nasution</i> .....	78
9. Kajian Teori dan Eksperimen Dinding Penampung Kalor: Alternatif Pemanas Air Sederhana Tenaga Matahari <i>Wihantoro dan Agus Yanto</i> .....	85
10. Drag Coefficient Sisi Luar dan Sisi Dalam Belahan Tabung Silindris dengan Permukaan Frontal Bujur Sangkar <i>Rines, Budi Sugiharto, dan R.B. Dwiseno Wihadi</i> .....	90
11. Reaktor Kompak Trans-Esterifikasi untuk Produksi Biodiesel dengan Gelombang Mikro <i>Muhammad Nurhuda</i> .....	98
12. Analisis Konveyor Pneumatik Mesin Pengering Padi dengan Aliran Udara Turbulen <i>Aep Saepul Uyun, Kamaruddin Abdullah, Yefri Chan, Yendi Esye, dan Dhimas Satria</i>	103

13.	Rekayasa Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan: Tenaga Surya dan Tenaga Mikrohidro <i>Ahmad Khulaemi</i> .....	109
14.	Permodelan Pembelajaran Teknologi <i>Photovoltaic Solar Home System</i> (SHS) dalam Mendukung Desa Mandiri Energi <i>Ahmad Khulaemi</i> .....	112
15.	Karakterisasi Sensor Gas dari Bahan Komposit Polimer-Karbon <i>Budi Gunawan</i> .....	114
16.	Disain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (Surya-Angin-Biodiesel) di Baron Technopark <i>Kholid Akhmad, Andri Subandriya, dan Irawan Rahardjo</i> .....	123
17.	Analisis Interkoneksi Antara Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya 32 kWp dengan Jala-Jala di Pulau Nusa Penida <i>Kholid Akhmad, Suharsono, dan Ridho Yasser</i> .....	132
18.	Kinerja dan Karakteristik Aliran Turbin Arus Lintang dengan Penambahan Pipa Pancar pada Sudu Turbin Tingkat Kedua <i>Jusuf Haurissa, Rudy Soenoko, Slamet Wahyudi, dan Yudy Surya Irawan</i> .....	140
19.	Instrumen Kendali Putaran Panel Sel Surya Menggunakan Mikrokontroler AT-89S52 <i>Ahmad Aminudin</i> .....	147
20.	Cetakan Digester dari Bahan Polimer <i>Dwiseno Wihadi</i> .....	153
21.	Daya Keluaran Sel Surya Silikon pada Ruang Cermin Datar Output Power of Photo Voltaic Silicon in Mirror Box <i>Satwiko Sidopekso</i> .....	159
22.	Pemodelan dan Analisis PLTH Angin-Surya menggunakan HOMER <i>Priswanto dan Hari Prasetyo</i> .....	164

**Topik B: Pemanfaatan Energi Terbarukan**

1.	Pemanfaatan Angin untuk Aerator Tambak menggunakan Kincir Savonius Tipe-L <i>Musthofa Lutfi</i> .....	171
2.	Studi Kelayakan Pemanfaatan Energi Terbarukan untuk Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta <i>Ahmad Agus Setiawan, Dhanis Woro Fittrin Selo Nur Giyatno, dan Hardjono Sudjanadi</i> .....	177
3.	Manajemen Energi di Daerah Rural dalam Pemenuhan Kebutuhan Informasi Menggunakan Energi Arus Air <i>Aditya Sukma Nugraha dan Tinton Dwi Atmaja</i> .....	184
4.	Pembangunan Pembangkit Listrik Skala Kecil (Piko Hidro) <i>Tri Antisto</i> .....	191
5.	A Robust Framework Design of ITC Network for Accelerating Independence Energy Village (KPE) in the Future <i>Ahmad Taufik, B. Herdiarto, Mgs. Firdaus, A. Hijriani, M Said Hasibuan, and Citra Ferdyan</i> .....	195
6.	Evaluasi Operasional beberapa Pembangkit Listrik Piko Hidro di Jawa Barat <i>Umi Hanifah, Ari Rahayuningtyas, dan Novrinaldi</i> .....	204
7.	Pengembangan Energi Terbarukan dengan Potensi Gelombang Laut di Indonesia (Studi Kasus: DIY) <i>Aufa Fadhli Pratomo, Satrio Hadis Nugroho, dan Dwijayanti Arum Sari</i> .....	212
8.	Modifikasi Dandang 'Soblog' menjadi Generator Uap Pipa Api Sederhana <i>Doddy Purwadianto, YB. Lukiyanto, dan FX. Agus Unggul Santoso</i> .....	216
9.	Produksi Biogas pada Media Limbah Cair Tahu <i>Sri Lestari, Eko Dewanto, dan Oedjijono</i> .....	223
10.	Peranan Pendampingan Perguruan Tinggi Pasca Instalasi Sistem Energi Terbarukan pada Komunitas Pedesaan Sebagai Sarana Menjaga Kestinambungan Sistem: Studi Kasus Sistem Pompa Air Tenaga Surya di Kecamatan Panggang <i>Ari Bimo Prakoso, Roni Eka Arrohman, Rizki Febrianto, Andhika Pranayudha, Dewi Suryani, dan Aries Asrianto</i> .....	228
11.	Pembangkit Listrik DC Tenaga Piko Hidro pada Saluran Irigasi untuk Penerangan Jalan <i>Yogi Ramadhani, Daru Tri Nugroho, Hari Prasetyo, dan Retno Supriyanti</i> .....	240

12.	Potensi Penerapan Teknologi Gasifikasi Tongkol Jagung sebagai Sumber Energi Alternatif di Perdesaan <i>Sunu Herwi Pranolo dan Herri Susanto</i> .....	244
13.	Peluang Pemanfaatan Biofuel Nyamplung ( <i>Calophyllum Inophyllum</i> Linn.) dalam Pengembangan Wilayah di Kabupaten Cilacap <i>Ken Martina Kasikoen dan Roy Hendroko</i> .....	252
14.	Perancangan Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro Pompa sebagai Turbin ( <i>Pump as Turbine</i> ) di Kebun Raya Cibodas, Cianjur, Jawa Barat <i>Novrinaldi, Umi Hanifah, dan Ari Rahayuningtyas</i> .....	258
15.	Pemanfaatan Limbah Sekam Padi sebagai Energi Alternatif pada Proses Pembuatan Semen dan Pengaruhnya pada Kualitas Semen <i>Gathot Heri Sudibyo</i> .....	267

### Topik C: Sosial Ekonomi Perdesaan

1.	Indonesian Independent Energy Village (KPE): A Field Survey of a Raw Model at the Kukupu Village - West Java <i>Ahmad Taufik and Barony Herdiarto</i> .....	279
2.	Model Kampung Pendidikan Energi (KPE) di Desa Kukupu Bogor, Jawa Barat: Observasi Kebutuhan Energi Terbarukan (Energi Matahari) untuk Usaha Budi Daya Jamur Tiram Tahap – 1 <i>Barony Herdiarto and Ahmad Taufik</i> .....	288
3.	Green Festival 2010: Input Pengembangan Program Kampung Pendidikan Energi KPE <i>Barony Herdiarto and Ahmad Taufik</i> .....	300
4.	Pemanfaatan Bioethanol sebagai Alternatif Solusi untuk Meningkatkan Pendapatan Petani <i>Anny Hartati</i> .....	310
5.	Strategi Penguatan Kelembagaan dalam Rangka Terwujudnya Desa Mandiri Energi di Kabupaten Banyumas <i>Ary Yunanto dan Daryono</i> .....	316
6.	Energi Alternatif untuk Pengolahan Gula Kelapa di Wilayah Perdesaan <i>Suliyanto</i> .....	323
7.	Strategi Pemanfaatan Teknologi Surya Termal untuk Mengembangkan Desa Mandiri Energi di Kecamatan Tambak Kabupaten Banyumas Jawa Tengah <i>Budi Dharmawan, Ropiudin, Kamaruddin Abdullah, M. Amirullah Makmunsyah Oktaufik, Priswanto, dan Imam Santosa</i> .....	328
8.	Analisis Potensi Sumber Energi Terbarukan untuk Pengembangan Wilayah Perdesaan di Kabupaten Banyumas <i>Ropiudin, Kamaruddin Abdullah, Sri Endah Agustina, dan Budi Dharmawan</i> .....	334
9.	Study Tentang <i>Social Engineering</i> dalam Program Pengembangan Tanaman Jarak Pagar ( <i>Jatropha Curcas</i> ) di Wilayah Barlingmascakeb <i>Masrukin</i> .....	344

### Topik D: Topik Lainnya; Perubahan iklim, CDM, Kebijakan Energi, dan lain-lain

1.	Model Pengelolaan Sampah secara Berkelanjutan dan Sumber Energi Alternatif dari Sampah di Kabupaten Banyumas <i>Suharno</i> .....	351
2.	Biofuel From The Indonesian Seaweed:Its Potency and Challenge <i>Maria Dyah Nur Meinita and Yong-Ki Hong</i> .....	360
3.	Pajak Rehabilitasi Lingkungan dan Strategi Antisipasi Kegagalan Sistem Konferensi Internasional Perubahan Iklim <i>Suharto</i> .....	364
4.	Keanekaragaman Jenis Pohon dan Penyimpanan Karbon Jalur Hijau Kota Purwokerto <i>Ani Widyastuti, Sulistyani, dan Edy Yani</i> .....	372
5.	Partisipasi Perguruan Tinggi dalam Peningkatan Pemanfaatan Energi Terbarukan di Daerah <i>Ariono Abdulkadir</i> .....	379
6.	Application of Bond Graph Modeling in Industrial Boiler Simulator Development <i>Abdullah Nur Aziz, Parsaulian Siregar, Yul Yunazwin Nazaruddin, Yazid Bindar, dan Fauzan Firdaus Rahmat</i> .....	390

7.	<i>Life Cycle Assessment (LCA)</i> untuk Analisis Energi pada Proses Pengolahan Teh ( <i>Camellia Sinesis</i> ) (Studi Kasus Di Pt. Perkebunan Tambi, Wonosobo) <i>Riana Listanti</i> .....	398
----	--	-----

**B.2. Presentasi Poster**

1.	Analisis Biokompatibilitas Berbasis Paduan Fecr pada Cairan SBF melalui Uji Invitro setelah Nitridasi Pack Cementit <i>Sulistioso GS, Fransisca H, dan Suharyana</i> .....	409
2.	Analisis <i>Flywheel</i> untuk Meningkatkan Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Desa Wukirsari Kabupaten Bantul Yogyakarta <i>Slameto</i> .....	412
3.	Pengaruh Dimensi Regenerator terhadap Unjuk Kerja Mesin Stirling dalam Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Termal <i>Muhammad Sholikhin</i> .....	418
4.	Perancangan dan Pembuatan <i>Charger Handphone Portable</i> menggunakan Sistem Penggerak Generator AC dengan Penyearah <i>Wasis Dasa Nugraha</i> .....	424
5.	<i>Rancang Bangun Turbin Arus Sungai/Head Sangat Rendah</i> <i>Anjar Susatyo dan Ridwan Arief Subekti</i> .....	433
6.	Pengujian Prototipe Turbin Head sangat Rendah pada suatu Saluran Aliran Air <i>Ridwan Arief Subekti dan Anjar Susatyo</i> .....	441
7.	Kajian Energi Baru dari Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) <i>Noir P. Purba, Firman S, dan Rama Wijaya</i> .....	447
8.	Diseminasi Teknologi Energi Terbarukan (TET) kedalam Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan <i>Sarastiana</i> .....	452
9.	Pengurangan Subsidi BBM dan Polusi Udara melalui Kebijakan Program Konversi dari BBM ke BBG untuk Kendaraan di Propinsi Jawa Barat <i>Vita Susanti, Agus Hartanto, dan Ridwan Arief Subekti</i> .....	457

**Lampiran**

1.	Tanya Jawab .....	467
2.	Resume .....	469
3.	Daftar Peserta .....	470

## MODIFIKASI DANDANG 'SOBLOG' MENJADI GENERATOR UAP PIPA API SEDERHANA

Doddy Purwadianto, YB. Lukiyanto, dan FX. Agus Unggul Santoso

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma  
Kampus III Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia,  
Phone: +62-274-883037, FAX: +62-274-886529, e-mail : purwadodi@staff.usd.ac.id

### Abstrak

Sebagian pemenuhan kebutuhan energi di Indonesia berasal dari biomassa. Biomassa yang berasal dari ternak memiliki potensi yang sangat besar sebagai sumber energi biogas. Biogas ini biasa dipergunakan untuk memasak. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan biogas dengan cara membandingkan unjuk kerja dandang 'soblog' dengan dandang yang dimodifikasi menjadi generator uap pipa api sederhana. Dandang 'soblog' yang digunakan berdiameter 31 cm, tinggi 40 cm. Generator uap pipa api sederhana dibuat berdasarkan dandang 'soblog' dengan menambahkan saluran api di bagian tengahnya. Dari hasil penelitian diperoleh : 1) waktu yang diperlukan oleh dandang 'soblog' untuk menaikkan suhu air sampai mendidih, lebih cepat dibandingkan dengan generator uap pipa api sederhana, 2) debit uap air yang dihasilkan oleh generator uap pipa api sederhana adalah 78,91 ml/menit sedangkan dandang 'soblog' 43,21 ml/menit.

**Kata Kunci:** Dandang, Generator Uap Pipa Api, Biogas

### PENDAHULUAN

Pemanasan global dan cadangan energi yang berasal dari fosil yang semakin menipis telah menjadi keprihatinan banyak negara, termasuk Indonesia. Perlu usaha keras dan segera untuk mengatasinya. Salah satu usaha diantara banyak usaha lainnya yang dirasa paling sesuai dengan sifat masyarakat Indonesia yang sebagian besar petani adalah peningkatan efisiensi pemakaian biomassa, terutama biogas.

Energi biomassa dapat berasal dari kayu, limbah pertanian, limbah perkebunan/hutan, kotoran hewan dan manusia, komponen organik dari limbah industri dan rumah tangga. Sebagai negara agraris, potensi energi biomassa di Indonesia sangat besar, terutama yang berasal dari limbah pertanian, peternakan dan perkebunan. Walaupun termasuk energi tertua, diperkirakan 35 % kebutuhan energi nasional dipenuhi dari energi jenis ini. Energi bio massa juga memiliki peranan yang sangat besar dalam memenuhi kebutuhan energi di pedesaan.

Energi biogas memiliki potensi yang sangat besar di Indonesia. Dari ternak sapi perah, sapi potong dan kerbau yang besar saja dengan populasi 13.680.000 ekor dengan kotoran segar rata-rata 12 kg/ekor/hari, dapat menghasilkan kotoran segar 164.160.000 ton per hari atau setara dengan 8,2 juta liter minyak tanah/hari [Teguh Wikan Widodo, Ana N., A.Asari dan Astu Unadi, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Serpong]. Berdasarkan data statistik tahun 2000, penduduk Indonesia lebih dari 200 juta. Dalam 1 hari akan dihasilkan feses 100 juta kg atau 1,25 juta m<sup>3</sup> atau 11.125 juta kkal. atau sekitar 30,66 MW [Asep Bayu Dani Nandiyanto, Website Dinas Perindustrian & Perdagangan Jawa Barat].

Teknologi *anaerobic digestion*, biasa disebut digester, sudah cukup banyak dikenal dan dikembangkan di Indonesia, khususnya di Jawa Barat dan Jawa Tengah. Kapasitas rata-rata digester di kedua daerah ini adalah 18 m<sup>3</sup> dengan produksi biogas 6m<sup>3</sup>/hari [Ana Nurhasanah, Teguh Wikan Widodo, Ahmad Asari, dan Elita Rahmarestia, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian]. Biogas yang dihasilkan ini hanya dipergunakan untuk penerangan dan memasak saja.

Makalah ini bertujuan memberikan model alternatif pemanfaatan biogas berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Panas (*heat*) yang didapatkan dari hasil pembakaran biogas yang berasal dari digester dimanfaatkan untuk meningkatkan *internal energy* pada fluida air. Air akan berubah menjadi uap jenuh (*saturated vapor*) dengan menggunakan generator uap. Uap panas lanjut ini dapat dipergunakan untuk berbagai keperluan.

Unjuk kerja boiler ditunjukkan dengan jumlah air yang diubah menjadi uap per satuan waktu pada tekanan rendah. Bentuk boiler dirancang sederhana agar mudah dalam pembuatannya. Bahan boiler dipilih dari stainless steel yang mudah diperoleh di pasaran. Dengan bahan baja tahan karat (*stainless steel*) ini diharapkan boiler tidak cepat berkarat.

### Tujuan Dan Manfaat Penelitian

Tujuan Penelitian adalah: (1) membuat generator uap pipa api sederhana dengan bahan tahan karat dan (2) membandingkan unjuk kerja generator uap pipa api sederhana dengan ketel biasa yang banyak dipergunakan di pedesaan.

### Dampak yang diharapkan:

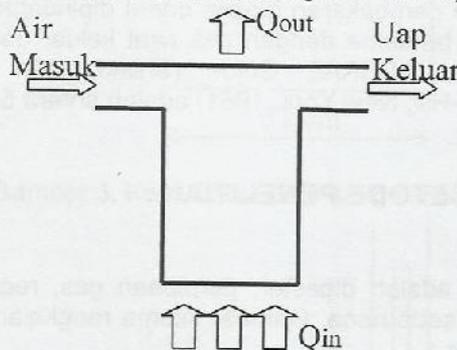
Dampak yang diharapkan pada penelitian ini adalah: (1) Menambah kepustakaan tentang ketel 'soblog' dan generator uap pipa api, (2) Memberikan alternatif pemakaian ketel selain untuk memasak, (3) Menjajaki kemungkinan pemanfaatan biogas sebagai sumber panas boiler (*steam generator*) tekanan yang lebih tinggi sehingga mampu untuk menggerakkan turbin uap, dan (4) Membantu pemerintah dalam usahanya mencukupi kebutuhan energi di Indonesia.

## TINJAUAN PUSTAKA

Pada prinsipnya boiler adalah peralatan yang berfungsi mengubah air bertekanan (*compressed liquid*) menjadi uap panas lanjut (*superheated vapor*). Bersama dengan unit ekonomiser (penukar kalor untuk menaikkan suhu air) dan unit superheater (penukar kalor untuk menaikkan suhu uap air dari suhu jenuh menjadi suhu panas lanjut) biasa disebut dengan *steam generator*.

### Hukum Pertama Thermodinamika : Kekalkan Energi

Kesetimbangan energi dengan sistem terbuka untuk generator uap dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kesetimbangan Energi Generator Uap

Persamaan Kekalkan Energi (Cengel, 1989) :

$$Q - W = \Delta KE + \Delta PE + \Delta h \quad (\text{kJ}) \quad (1)$$

dengan :

- Q : kalor yang diterima oleh sistem. Didapatkan dari selisih  $Q_{in}$  dan  $Q_{out}$
- W : kerja yang dihasilkan sistem (= 0, karena sistem tidak menghasilkan kerja)
- $\Delta KE$  : selisih energi kinetik ( $\approx 0$ , diabaikan karena selisih energi kinetik air dan energi uap air sangat kecil)
- $\Delta PE$  : selisih energi potensial ( $\approx 0$ , diabaikan karena elevasi pipa input dan pipa output sama)
- $\Delta h$  : selisih entalpi fluida yang masuk dan fluida yang keluar. Besarnya tergantung tekanan dan suhu fluida kerja.

Di dalam sistem generator uap, media pemanas dan fluida yang dipanaskan tidak kontak langsung. Kalor yang dihasilkan dari reaksi pembakaran akan ditransfer ke air melalui dinding-dinding pipa tahan karat (*stainless steel*). Perpindahan kalor ini dapat terjadi karena adanya perbedaan suhu antara gas hasil pembakaran dengan suhu air dan uap air (Chengel, YA., Heat Transfer, Practical Approach). Proses perpindahan panas yang terjadi adalah: (1) perpindahan panas konveksi dari gas ke permukaan dalam pipa, (2) perpindahan panas konduksi dari permukaan dalam pipa ke permukaan luar pipa, dan (3) perpindahan panas konveksi dari permukaan luar pipa ke air dan uap air.

Kalor yang diterima oleh air akan mengakibatkan peningkatan suhu air. Peningkatan suhu air ini akan berakhir sampai pada saat proses penguapan. Pada proses penguapan ini kalor dipergunakan untuk mengubah fase air dari fase cair menjadi fase gas (Chengel, 1989).

Besarnya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu air adalah:

$$Q_1 = m C_v \Delta T \quad (\text{kJ}) \quad (2)$$

dengan

$m$  : massa air

$C_v$  : panas jenis air

$\Delta T$  : beda suhu air masuk dengan suhu air saat mendidih

Besarnya kalor yang diperlukan untuk mengubah fase air dari fase cair menjadi fase gas (Chengel, YA, Thermodynamics, An Engineering Approach) adalah :

$$Q_2 = m (h_g - h_f) \quad (\text{kJ}) \quad (3)$$

dengan

$h_g$  : entalpi air pada fase uap jenuh

$h_f$  : entalpi air pada saat mulai mendidih

(Untuk tekanan 1 atm (= 101,35 kPa) air mendidih pada suhu 100 °C dengan  $h_f = 419,04$  kJ/kg dan  $h_g = 2676,1$  kJ/kg. Besar entalpi untuk berbagai suhu dan tekanan yang lain dapat di lihat pada Tabel A-4 (Chengel, 1989))

Kebutuhan kalor total adalah:

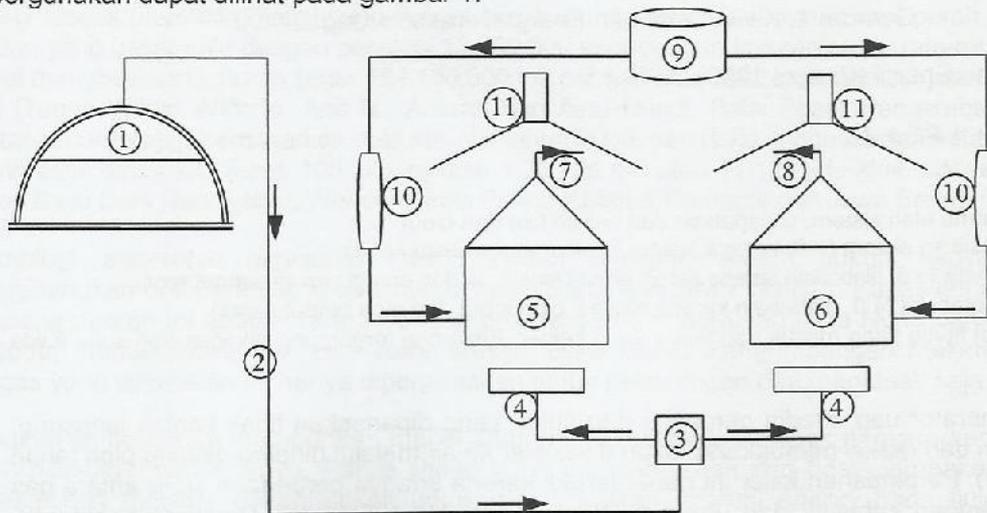
$$Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 \quad (\text{kJ}) \quad (4)$$

Tidak semua kalor yang dihasilkan dari pembakaran biogas dapat dipindahkan ke air. Ada sebagian kalor yang tidak terpakai dan dibuang bersama dengan gas saat keluar dari sistem generator uap. Efisiensi generator uap berdasarkan ASHRAE Guide (Shield, Carl D. BOILERS, Types, Characteristics and Functions, McGraw-Hill, New York, 1961) adalah antara 50% s/d 80%.

## METODE PENELITIAN

### Peralatan/Model Penelitian

Komponen utama pada penelitian ini adalah digester, perpipaan gas, regulator, kompor gas dan dandang serta generator uap pipa api sederhana. Gambar skema rangkaian seluruh peralatan yang dipergunakan dapat dilihat pada gambar 1.



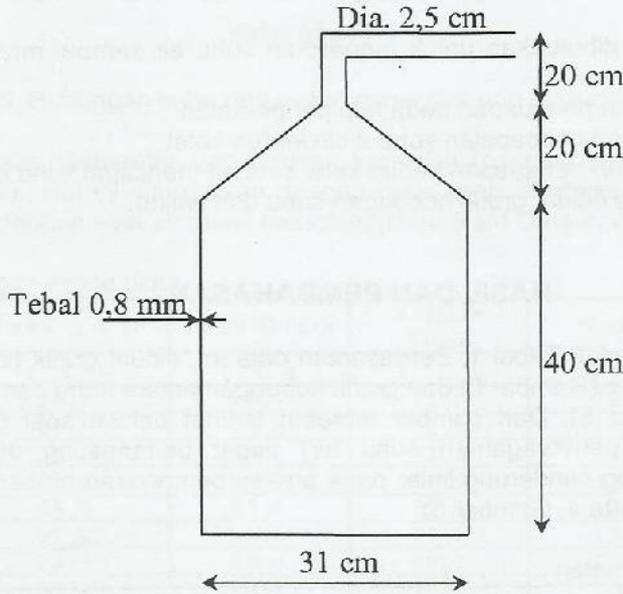
Gambar 2. Skema Rangkaian Peralatan

Keterangan Gambar 2:

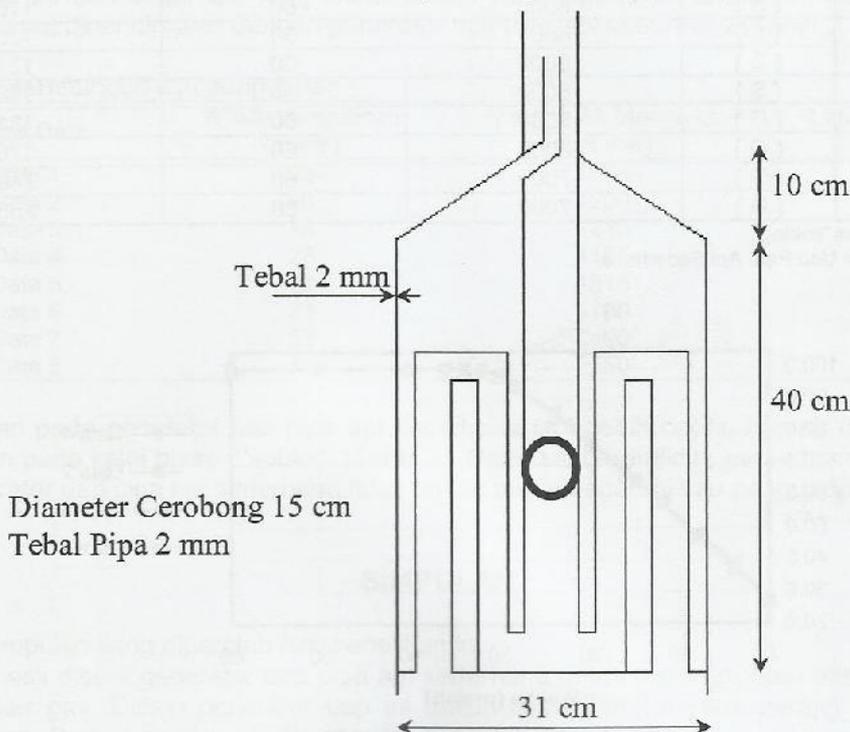
(1) Digester yang menghasilkan biogas, (2) Pipa gas yang mengalirkan gas dari digester ke kompor gas, (3) Regulator, untuk mengatur agar tekanan gas ke kedua kompor selalu sama, (4) Kompor gas, (5) Dandang. (7) Generator uap pipa api sederhana, (8) Saluran uap air keluar dari dandang, (9) Saluran uap air keluar dari generator uapi pipa api sederhana, (10) Tandon air, (11) Flowmeter, untuk mengukur debit air, (12) Cerobong asap, untuk mengarahkan pembuangan gas hasil pembakaran

**Variabel yang diukur**

Variabel yang diukur meliputi: (1) Suhu air masuk ke dalam ketel dan generator uap,  $T_1$ , (2) Debit air masuk ke dalam ketel dan generator uap,  $m_K$ ,  $m_G$ , (3) Suhu air di dalam ketel dan generator uap,  $T_{2K}$ ,  $T_{2G}$ , (4) Suhu uap keluar dari ketel dan generator uap,  $T_{3K}$ ,  $T_{3G}$ , (5) Suhu gas hasil pembakaran kedua kompor  $T_{CK}$ ,  $T_{CG}$ , (6) Suhu gas hasil pembakaran keluar dari cerobong ketel dan generator uap  $T_{OK}$ ,  $T_{OG}$ , (7) Tekanan di dalam ketel dan generator uap,  $P_K$ ,  $P_G$ , dan (8) Kandungan metan di dalam biogas.



Gambar 3. Ketel Biasa (Dandang /'soblog'(Jawa))



Gambar 4. Generator Uap Pipa Api Sederhana

**Langkah Penelitian**

1. Memasang seluruh peralatan ketel biasa / 'soblog' sesuai dengan Gambar 1.
2. Menyalakan api pada kompor, atur agar besar api pada kedua kompor tersebut sama (cara : bukaan gas maksimal). Catat : suhu air dan waktu
3. Catat : suhu air dan waktu sampai 60 menit dengan selang waktu pencatatan setiap 4 menit / menyesuaikan keadaan.
4. Catat jumlah air yang ditambahkan.
5. Ulangi langkah 2 sampai dengan 3 sebanyak 4 kali.
6. Melakukan langkah 1 sampai dengan 5 untuk generator uap pipa api sederhana.

**Pengolahan dan analisa data**

Setelah mengumpulkan data maka dilakukan pengolahan dan analisa data dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air sampai mencapai suhu didihnya pada tiap pengamatan
2. Menghitung laju kecepatan penguapan pada tiap pengamatan
3. Membandingkan kecepatan pencapaian suhu didih kedua ketel.
4. Membandingkan kecepatan penguapan kedua ketel setelah mencapai suhu didih.

Analisa akan lebih mudah jika dibuat grafik hubungan suhu dan waktu.

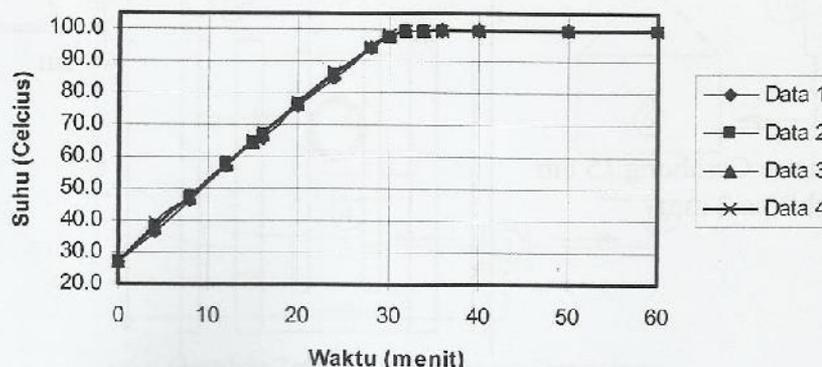
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data hasil pengamatan diperoleh Tabel 1. Berdasarkan data ini, dibuat grafik hubungan antara suhu dan waktu ketel biasa / 'soblog (Gambar 5) dan grafik hubungan antara suhu dan waktu generator uap pipa api sederhana (Gambar 6). Dari gambar tersebut terlihat bahwa saat pemanasan air pada 'soblog', proses konveksi (penyeragaman suhu air) dapat berlangsung dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan garis yang cenderung linier pada proses pemanasan air sampai dengan saat air mulai mendidih (Data 1 s/d Data 4, Gambar 5).

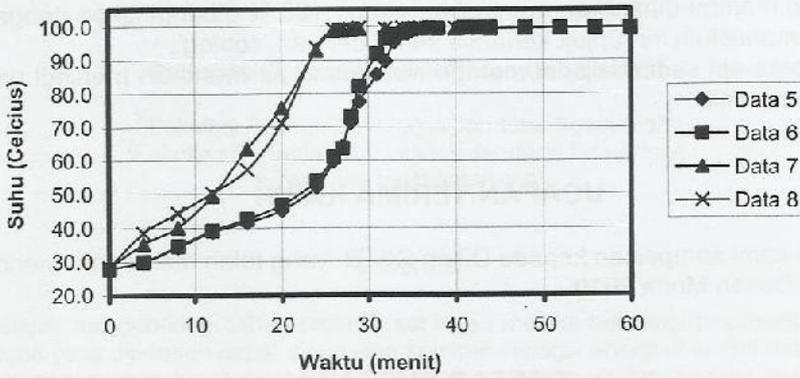
Tabel 1 : Variasi Data Pengamatan

No.	Nama Data	Jenis Ketel	Volume Air di dalam Ketel (mili liter)	Waktu Pengamatan (menit)	Volume Air Menguap (mili liter)
1	Data 1	( S )	8000	60	1165
2	Data 2	( S )	8000	60	1200
3	Data 3	( S )	8000	60	1210
4	Data 4	( S )	8000	60	1185
5	Data 5	( G )	8000	60	1815
6	Data 6	( G )	8000	60	1760
7	Data 7	( G )	7000	60	2490
8	Data 8	( G )	7000	60	2550

( S ) : Ketel Biasa 'soblog'  
( G ) : Generator Uap Pipa Api Sederhana



Gambar 5. Hubungan suhu dan waktu ketel biasa/'soblog'



Gambar 6. Hubungan suhu dan waktu generator uap pipa api sederhana

Saat pemanasan air pada Generator uap, proses konveksi (penyeragaman suhu air) tidak dapat berlangsung dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan garis yang cenderung tidak linier pada proses pemanasan air sampai dengan saat air mulai mendidih (Data 5 s/d Data 8, Gambar 6).

Tabel 2 : Hasil perhitungan waktu didih

No.	Nama Data	Suhu Awal	Suhu Didih	Selisih Suhu	Waktu	Volume Air di dalam Ketel
		( °C )	( °C )	( °C )	Menit	(mili liter)
1	Data 1	26,9	99,5	72,6	32,0	8000
2	Data 2	27,1	99,6	72,5	32,0	8000
3	Data 3	26,8	99,6	72,8	32,0	8000
4	Data 4	27,0	99,5	72,5	32,0	8000
5	Data 5	28,0	99,4	71,4	37,0	8000
6	Data 6	27,9	99,4	71,5	35,0	8000
7	Data 7	28,3	99,0	70,7	27,0	7000
8	Data 8	28,4	99,0	70,6	26,0	7000

Dengan volume air dan besar api yang sama, waktu yang diperlukan untuk sampai mendidih pada 'soblog' lebih cepat dibandingkan dengan generator uap pipa api sederhana (Tabel 2).

Tabel 3 : Hasil perhitungan laju penguapan

No.	Nama Data	Waktu Penguapan (menit)	Volume Air Menguap (mili liter)	Laju Air Menguap (ml/menit)
1	Data 1	28	1165	41.61
2	Data 2	28	1200	42.86
3	Data 3	28	1210	43.21
4	Data 4	28	1185	42.32
5	Data 5	23	1815	78.91
6	Data 6	23	1760	76.52
7	Data 7	33	2490	75.45
8	Data 8	34	2550	75.00

Laju penguapan pada generator uap pipa api sederhana jauh lebih cepat, hampir dua kali lipat dari laju penguapan pada ketel biasa / 'soblog' (Tabel 3). Pada saat mendidih, perbedaan volume air isian di dalam generator uap pipa api sederhana tidak terlalu mempengaruhi laju penguapan air.

## SIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Telah berhasil dibuat generator uap pipa api sederhana untuk meningkatkan efisiensi pemakaian bahan bakar gas. Disain generator uap ini masih relatif rumit karena perajin biasa tidak bisa membuatnya. Perlu perbaikan disain agar lebih mudah dibuat.

2. Generator uap pipa api sederhana ini lebih sesuai untuk memproduksi uap/mendidihkan air karena uap yang mampu dihasilkan meningkat hampir 100 % dibandingkan dengan 'soblog'. Jika hanya untuk memanaskan air, unjuk kerjanya sama dengan 'soblog'.
3. Generator uap pipa api sederhana ini mampu mengubah air mendidih menjadi uap air sebanyak 78,91 mili liter per menit.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Ditjen DIKTI yang telah membantu mendanai penelitian ini dalam Penelitian Dosen Muda 2010.

### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, (2003). Kebijakan Pengembangan Energi Terbarukan dan Konservasi Energi (Energi Hijau), Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta
- Chengel, Y.A. dan Michael A. Boles, (1989). Thermodynamics An Engineering Approach, Singapore, Mc.Graw-Hill.
- Dietzel, Fritz, (1996). Turbin, Pompa dan Kompresor, Jakarta, Erlangga.
- Hicks, Tyler G. dan T.W. Edward; (1996). Teknologi Pemakaian Pompa, Jakarta, Erlangga.
- Stout, B.A., (1984). Energy, Use and Management in Agriculture, California, Brenton Publishers.
- White, Frank M., (1979). Fluid Mechanics, New York, Mc.Graw-Hill.

[www.energiterbarukan.org](http://www.energiterbarukan.org)