

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**PENGEMBANGAN RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI SUHU DAN
TEKANAN PADA PROSES PENYULINGAN BIOETANOL SEBAGAI BAHAN
BAKAR ALTERNATIF KENDARAAN BERMOTOR**

Tahun ke - 1 dari rencana 2 tahun

MUHAMMAD AZIZ MUSLIM, ST., MT., Ph.D (NIDN. 0003127406)
Dr. SLAMET WAHYUDI, ST., MT. (NIDN. 0003097203)
GOEGOES DWI NUSANTORO, ST., MT. (NIDN. 0013107103)
ZAINUL ABIDIN, ST., MT., M.Eng. (NIDN. 0023018602)

Dibiayai oleh :
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Melalui DIPA Universitas Brawijaya
Nomor : DIPA-023.04.2.414989/2013, Tanggal 5 Desember 2012, dan berdasarkan
SK Rektor Universitas Brawijaya Nomor : 295/SK/2013 tanggal 12 Juni 2013

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
November 2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Rancang Bangun Sistem Pengendali Suhu dan Tekanan pada Proses Penyulingan Bioetanol sebagai Bahan Bakar Alternatif Kendaraan Bermotor

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : Muhammad Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D
NIDN : 0003127406
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Elektro
Nomor HP : 085815170109
Alamat surel (e-mail) : mah_aziz@ub.ac.id

Anggota (1)

Nama Lengkap : Dr. Slamet Watyudi, S.T., M.T.
NIDN : 0003097203
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Anggota (2)

Nama Lengkap : Goegoes Dwi Nusantoro, S.T., M.T.
NIDN : 0013107103
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Anggota (3)

Nama Lengkap : Zajnul Abidin, ST., MT., M.Eng
NIDN : 0023018602
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra : NIL
Alamat : NIL


Penanggung Jawab : NIL
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 50.000.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 105.000.000,-

Malang, 15-Desember-2013

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

(Prof. Dr. H. Muhammad Bisri, M.S.)
NIP.19581025 195609 1 001

Ketua,


(Muhammad Aziz Muslim, ST. MT. Ph.D)
NIP.19741203 200012 1 001

Menyetujui,
Ketua LPPM UB

(Prof. Dr. P. Siti Chuzaimi, MS)
NIP.19530514 198002 2 001

ABSTRAK

Sisa hasil panen dan produk sampingan pabrik gula menyimpan potensi untuk diubah menjadi bioetanol. Proses awal adalah melakukan fermentasi zat sisa yang masih memiliki kandungan glukosa tersebut menjadi bioetanol berkadar rendah. Proses selanjutnya adalah penyulingan bioetanol untuk mendapatkan bioetanol berkadar lebih tinggi. Proses penyulingan bioetanol pada tekanan normal (1 atmosfer) memerlukan pengendalian suhu untuk menghasilkan bioetanol dengan prosentase yang tinggi. Dari kajian teoritis, konsentrasi bioetanol maksimal pada kondisi tersebut adalah 95 persen, sehingga masih belum memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan bakar pengganti untuk kendaraan bermotor. Pada penelitian ini, dilakukan proses penyulingan bioetanol pada kondisi vakum. Strategi pengendalian suhu dan tekanan vakum dilakukan agar proses distilasi berlangsung lebih efisien. Pada pelaksanaan penelitian tahun pertama ini telah dikembangkan rancang bangun piranti penyulingan bioetanol dengan sistem vakum. Hasil pengujian menunjukkan sistem yang dirancang dapat bekerja dengan baik. Sebagai sistem pengendali penyulingan sistem vakum ini, telah didesain sistem kontrol suhu dengan strategi kontrol on-off yang diimplementasikan melalui kontroler temperatur dan relai sebagai aktuator. Variabel tekanan vakum pada penelitian ini diatur pada tekanan konstan sekitar 0.5 Atmosfer. Hasil terbaik yang diperoleh adalah bioetanol dengan konsentrasi 92%. Hasil ini belum sesuai dengan yang diharapkan, namun demikian masih mungkin untuk ditingkatkan melalui strategi pengendalian yang terpadu antara variabel suhu dan tekanan vakum. Hal ini akan menjadi fokus utama bagi penelitian lanjutan.

Kata Kunci: penyulingan bioetanol kondisi vakum, sistem pengendali suhu dan tekanan

ABSTRACT

The residue of the crops and by-products of sugar factory are potential to be converted into bioethanol. The initial process is the fermentation of waste products which still contains glucose into low concentration of bioethanol. The next process is the distillation of bioethanol to obtain a higher concentration of ethanol. The process of distilling ethanol at normal pressure (1 atmosphere) require temperature control to produce bioethanol with a high concentration. Theoretically, the maximum ethanol concentration under these conditions is 95 percent, so it doesn't reach an ideal composition as Fuel Grade Ethanol, i.e. 99.5%. In this research, ethanol distillation process under vacuum pressure is being considered. To makes distillation process more efficient, temperature and vacuum pressure control strategy is explored. In the first year of this project, vacuum distiller apparatus has been developed for bioethanol refinery. Test results show that the designed system is working well. To control this vacuum distillation system, temperature control system has been designed with on-off control strategies implemented by a temperature controller and relays as actuators. Vacuum pressure variable in this study is set at a constant pressure of about 0.5 atmosphere. The best result was a 92 % bioethanol concentration. This result was not as good as our expectation. But nevertheless it is still possible to be improved through an integrated control strategy between temperature and vacuum pressure variables. This will be a major focus for further research.

Keywords: vacuum bioethanol distillation, temperature and vacuum pressure control

RINGKASAN

Sisa hasil panen dan produk sampingan pabrik gula menyimpan potensi untuk diubah menjadi bioetanol. Proses awal adalah melakukan fermentasi zat sisa yang masih memiliki kandungan glukosa tersebut menjadi bioetanol berkadar rendah. Proses selanjutnya adalah penyulingan bioetanol untuk mendapatkan bioetanol berkadar lebih tinggi. Proses penyulingan bioetanol pada tekanan normal (1 atmosfer) memerlukan pengendalian suhu untuk menghasilkan bioetanol dengan prosentase yang tinggi. Dari kajian teoritis, konsentrasi bioetanol maksimal pada kondisi tersebut adalah 95 persen, sehingga masih belum memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan bakar pengganti untuk kendaraan bermotor. Pada penelitian ini, dilakukan proses penyulingan bioetanol pada kondisi vakum. Strategi pengendalian suhu dan tekanan vakum dilakukan agar proses distilasi berlangsung lebih efisien. Pada pelaksanaan penelitian tahun pertama ini telah dikembangkan rancang bangun piranti penyulingan bioetanol dengan sistem vakum. Hasil pengujian menunjukkan sistem yang dirancang dapat bekerja dengan baik. Sebagai sistem pengendali penyulingan sistem vakum ini, telah didesain sistem kontrol suhu dengan strategi kontrol on-off yang diimplementasikan melalui kontroler temperatur dan relai sebagai aktuator. Variabel tekanan vakum pada penelitian ini diatur pada tekanan konstan sekitar 0.5 Atmosfer. Hasil terbaik yang diperoleh adalah bioetanol dengan konsentrasi 92%. Hasil ini belum sesuai dengan yang diharapkan, namun demikian masih mungkin untuk ditingkatkan melalui strategi pengendalian yang terpadu antara variabel suhu dan tekanan vakum. Hal ini akan menjadi fokus utama bagi penelitian lanjutan.

Kata Kunci: penyulingan bioetanol kondisi vakum, sistem pengendali suhu dan tekanan

SUMMARY

The rest of the crops and by-products of sugar factory are potential to be converted into bioethanol. The initial process is the fermentation of waste products which still contains glucose into low concentration of bioethanol. The next process is the distillation of bioethanol to obtain a higher concentration of ethanol. The process of distilling ethanol at normal pressure (1 atmosphere) require temperature control to produce bioethanol with a high concentration. Theoretically, the maximum ethanol concentration under these conditions is 95 percent, so it doesn't reach an ideal composition as Fuel Grade Ethanol, i.e. 99.5%. In this research, ethanol distillation process under vacuum pressure is being considered. To makes distillation process more efficient, temperature and vacuum pressure control strategy is explored. In the first year of this project, vacuum distiller apparatus has been developed for bioethanol refinery. Test results show that the designed system is working well. To control this vacuum distillation system, temperature control system has been designed with on-off control strategies implemented by a temperature controller and relays as actuators. Vacuum pressure variable in this study is set at a constant pressure of about 0.5 atmosphere. The best result was a 92 % bioethanol concentration. This result was not as good as our expectation. But nevertheless it is still possible to be improved through an integrated control strategy between temperature and vacuum pressure variables. This will be a major focus for further research.

Keywords: vacuum bioethanol distillation, temperature and vacuum pressure control

DAFTAR PUSTAKA

- Ackland, Toni, (2012), *Home Distillation of Alcohol*, Diakses dari <http://homedistiller.org> tanggal 17 Maret 2013
- Ali, M., N., Mohd, M., K., Mohiudin, M., 2011, "Etahanol Fuel Production Through Microbial Extracellular Enzymatic Hydrolysis and Fermentation krom Renewable Agrobased Cellulosic Waste," *International Journal of Pharma and Bio Science*, 2(2):B321-B331.
- Anonim, 1999, *Buiding a Home Distillation Apparatus*, Small Still Engineering, LLC
- Anonim, 2003, *Ethanol Plant Development Handbook*, Colorado, BBI International
- Bamforth, C., W., 2005, *Food, Fermentation and Micro-organism*, Oxford, Blackwell Science.
- Dias, M.O., S., Ensinas, A., V., Nebra, S., A., Filho, R., M., Rossel, C., E., V., Maciel, M., R., W., 2009, "Production of Bioethanol and Other Bio-based Materials from Sugarcane Bagasse: Integration to Conventional Bioethanol Production Process," *Chemical Engineering Research and Design*, 87:1206-1216
- Farkade, H., S., Pathre, A., P., 2012, "Experimental Investigation of metanol, etanol and Butanol Blends with Gasoline on SI Engine," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(4):205-215.
- Gil, I., D., Uyazan, A., M., Aguilar, J., L., Rodriguez, G., Caicedo, L., A., 2008, "Separation of Ethanol and Water Bay Extractive Distillation with Salt and Solvent as Entrainer: Process Simulation," *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 25(01):207-215.
- Kheiralla, A., F., El-Awad, M., M., Hassan, M., Y., Hussen, M., A., Hind, I., 2012, "Experimental Determination of Fuel Properties of Ethanol/Gasoline Blends as Bio-fuel for SI Engine," *Int. Conf. on Mechanical, Automobile and Robot Engineering (ICMAR 2012)*, Penang, Malaysia, pp. 244-249.
- Komarayati, Sri dan Gusmailina, 2010, "Prospek Bioetanol Sebagai Pengganti

- Minyak Tanah," Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor
- Nixon, M., Mc. Gaw, 2001, *The Compleat Distiller*, Auckland, The Amphora Society
- Paul, A., Tiwari, A., C., 2011, "Analyzing The Performance of SI Engine Fueled with Biofuel-Unleaded Gasoline Blends," *International Journal of Wind and Renewable Energy*, **1**(1):1-9.
- Stevens, Don, 2004, Biofuels for Transport, IEA Bioenergy: T39: 2004: 01
- Wyman, C.E., 1996, *Handbook on Bioethanol: Production and Utilization*, Washington, DC, Taylor & Francis.
- Yoshimura, T., Hatakawa, M., Takahashi, F., Kawashima, T., 2012, " Study of Bio-Ethanol Production from Cellulosic Waste (Rice Straw)," *Journal of Technology and Education*, **19**(1):19-22.