

BAB XII

DISKUSI DAN KESIMPULAN

XII.1. Diskusi

Prarencana pabrik superkapasitor dari eceng gondok akan menghasilkan superkapasitor yang digunakan sebagai alat penyimpanan energi pada transportasi listrik maupun pengganti baterai. Pengaplikasian superkapasitor akan semakin banyak diterapkan seiring dengan semakin menipisnya bahan bakar minyak yang ada di bumi. Saat ini di Indonesia belum ada pabrik superkapasitor dan di Indonesia sendiri superkapasitor masih belum populer dalam pengaplikasiannya, sehingga superkapasitor yang dihasilkan dari pabrik ini akan dijual ke negara-negara maju yang sudah mengaplikasikan penggunaan superkapasitor ini.

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah tumbuhan air yang tumbuh pada rawa-rawa, waduk dan sungai yang alirannya tenang. Eceng gondok memiliki rate pertumbuhan yang sangat tinggi yaitu 100-140 ton kering/ha setiap tahunnya di Indonesia. Sehingga ketersediaan eceng gondok menjadi potensi besar untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan superkapasitor. Kebaharuan dari perancangan pabrik ini terletak pada pemanfaatan eceng gondok dan pengembangannya menjadi produk yang bernilai komersial dengan berbasis teknologi hijau yaitu teknologi *subcritical water*.

Prarencana pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan superkapasitor ke negara-negara maju yang membutuhkan superkapasitor. Selain itu pada tahun-tahun mendatang Indonesia juga kemungkinan mulai menggunakan teknologi superkapasitor. Jika Indonesia mulai menggunakan teknologi superkapasitor, maka pabrik superkapasitor ini dapat menjadi penyuplai utama karena saat ini belum ada pabrik superkapasitor di Indonesia. Kelayakan pabrik superkapasitor dari eceng gondok dapat dilihat dari beberapa faktor seperti dijelaskan dibawah ini.

XII.1.1. Proses

Proses produksi superkapasitor dari eceng gondok menggunakan proses delignifikasi, hidrolisis, karbonisasi, aktivasi, pencampuran dengan beberapa bahan lainnya agar menjadi elektroda karbon, pengepressan dan perakitan superkapasitor. Proses delignifikasi dilakukan dengan proses organosolv karena proses ini lebih

ramah lingkungan dan pelarutnya bisa di daur ulang sehingga lebih ekonomis dari pada menggunakan proses delignifikasi yang lain. Proses hidrolisis menggunakan metode *subcritical water hydrolysis* yang memiliki banyak keunggulan daripada metode hidrolisis asam dan enzimatis. Salah satu kelebihan dari proses *subcritical water hydrolysis* yaitu waktu operasi yang singkat dan tidak menggunakan bahan kimia sehingga cocok dalam prarencana pabrik superkapasitor dari eceng gondok.

Setelah proses *subcritical water hydrolysis* selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan proses aktivasi dengan menggunakan aktivasi fisika. Aktivasi fisika dipilih karena dengan menggunakan gas aktivasi saja sudah mampu meningkatkan jumlah pori-pori dalam karbon. Proses pencampuran dengan menggunakan bahan pengikat PTFE. PTFE dipilih sebagai bahan pengikat karena mampu menghasilkan kapasitansi yang tinggi dan memiliki ketahanan mekanik yang tinggi jika dibandingkan dengan bahan pengikat yang lainnya.

XII.1.2. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pabrik superkapasitor adalah eceng gondok. Kebutuhan eceng gondok diperoleh dari pengepul eceng gondok yang ada di Jawa tengah. Pemanfaatan eceng gondok belum maksimal sehingga ketersediaan bahan baku eceng gondok dapat men-suply kebutuhan pabrik.

XII.1.3. Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik superkapasitor ini adalah limbah cair, padat dan gas. Limbah cair yang dihasilkan bersifat basa sehingga perlu dinetralkan dengan kalsium hidroksida. Selain itu juga dihasilkan limbah padat yang berupa ampas eceng gondok. Ampas ini tidak berbahaya sehingga dapat langsung dibuang ke tempat pembuangan akhir. Untuk limbah gas dapat langsung dibuang ke udara karena tidak berbahaya bagi lingkungan.

XII.1.4. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi dari pabrik superkapasitor yang didirikan di daerah kawasan industri Wijaya Kusuma Semarang, Jawa Tengah didasarkan atas kemudahan dalam penyediaan bahan baku, sarana utilitas, transportasi, tenaga kerja dan pemasaran produk karena lokasi pabrik ini dekat dengan Pelabuhan Tanjung Emas, sehingga akan mempermudah dalam proses pemasarannya.

XII.1.5. Ekonomi

Kelayakan dari pabrik superkapasitor dari eceng gondok ini dapat ditinjau dari segi ekonominya, maka dilakukan analisa ekonomi dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Hasil analisa tersebut menyatakan bahwa:

- Waktu pengembalian modal (POT) sebelum pajak adalah selama 3 tahun 3 bulan
- Waktu pengembalian modal (POT) sesudah pajak adalah selama 3 tahun 11 bulan
- Break even point* adalah sebesar 52,80 %

XII.2. Kesimpulan

Dari hasil Prarencana Pabrik Superkapasitor dari eceng gondok didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Superkapasitor
Status Perusahaan	: Swasta
Kapasitas Produksi	: 300.000 buah superkapasitor/tahun
Hari Kerja Efektif	: 300 hari/tahun
Sistem Operasi	: Batch
Masa Konstruksi	: 2 tahun
Waktu Mulai Beroperasi	: Tahun 2018
Bahan Baku	:
• Eceng Gondok	= 209.400 kg/tahun
• Nitrogen	= 3.726 kg/tahun
• Karbon Dioksida	= 3.524,4 kg/tahun
• Etil Asetat	= 8.140,5 kg/tahun
• Asam Sulfat	= 904,5 kg/tahun
• KOH	= 3.240 kg/tahun
• Black karbon	= 5.400 kg/tahun
• PTFE	= 5.400 kg/tahun
• Polypropylene	= 2.700.000 buah/tahun
• Box alumunium	= 300.000 buah/tahun

• Plat Busa Nikel	= 3.000.000 buah/tahun
• Packaging	= 300.000 buah/tahun
Utilitas	:
• Air	= 7.413,6 m ³ /hari
• Zeolit	= 202,16 kg/tahun
• Kalsium Oksida	= 504 kg/tahun
• Natrium Klorida	= 237,269 kg/tahun
• Solar	= 18.075 L / tahun
• Listrik terpasang	= 249,905 kW
• Udara	= 3.879.495 kg/tahun
Produk	:
• Superkapasitor	= 300.000 buah superkapasitor/tahun
Jumlah Tenaga Kerja	: 79 orang
Lokasi Pabrik	: Kawasan industri Wijaya Kusuma Semarang, Jawa Tengah
Luas Pabrik	: 5408 m ²
Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan:	
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	: Rp 70.216.403.308,00
<i>Working capital investment (WCI)</i>	: Rp 7.416.568.818,00
<i>Total Production Cost (TPC)</i>	: Rp 47.239.070.063,00
Penjualan per tahun	: Rp 87.570.000.000,00
<i>Metode Discounted Cash Flow</i>	
<i>Rate of Equity</i> sebelum pajak	: 62,57 %
<i>Rate of Equity</i> sesudah pajak	: 49,52 %
<i>Rate of Return</i> sebelum pajak	: 43,82%
<i>Rate of Return</i> sesudah pajak	: 34,58%
<i>Pay Out Time</i> sebelum pajak	: 2 tahun 9 bulan
<i>Pay Out Time</i> sesudah pajak	: 3 tahun 4 bulan
<i>Break Even Point (BEP)</i>	: 43,91%

Dari hasil ROR dan ROE setelah pajak diatas didapatkan bahwa hasil persentasenya diatas bunga Bank (bunga Bank = 15 %/tahun). Pada umumnya, pabrik harus mampu mengembalikan modal investasinya dalam waktu sekitar 4

tahun. Dari hasil perhitungan POT, ternyata modal dapat kembali dalam waktu paling lama 3 tahun 4 bulan. Selain itu, harga BEP yang didapat juga kurang dari 60 %. Hal ini sangat menguntungkan karena pihak Bank hanya memberikan pinjaman modal bagi perusahaan yang memiliki harga BEP dibawah 60 %. Dengan harga BEP 43,91 % (*discounted*), maka perusahaan akan lebih mudah memperoleh pinjaman dari Bank sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Dari aspek-aspek diatas dan dari hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik superkapasitor dari eceng gondok ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfin K., Chintya E., et al. 2013. *Preparation of nanoporous carbon microspheres by subcritical water carbonization and electrocapacitive study. Journal of the Taiwan institute of chemical engineers.* 111:p. 99-107.
- Alibaba (2015). "Tile Pressing Machine". Diakses pada 2 November, 2015, from www.alibaba.com.
- Alibaba (2015). "Filling Machine". Diakses pada 8 November, 2015, from www.alibaba.com.
- Alibaba (2015). "Equipment Price". Diakses pada 2 Desember, 2015, from www.alibaba.com.
- Apriani, R., I. D. Faryuni, et al. 2013. "Pengaruh konsentrasi aktivator kalium hidroksida (KOH) terhadap kualitas karbon aktif kulit durian sebagai adsorben logam Fe pada air gambut". *Prisma Fisika.* 1(2): 82-86.
- Bapedal, 2009. *Penyelamatan Ekosistem Danau.* Indonesia. Jakarta
- Brownell, L. E., Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design.* New Delhi, Wiley Eastern, Ltd.
- Cox, J. D., dkk (1989). *CODATA Key Values for Thermodynamics.* New York, Hemisphere Publishing Corp.
- CMRR. 2014. *China Supercapacitor Industry Report, 2014-2020.* <http://www.chinamarketresearchreports.com/115002.html>. Diakses tanggal 7 Agustus 2015
- D. Ulrich, G. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics.* Canada, John Wiley & Sons, Inc.
- Fahmi P.,. 2015. "Pembuatan bioetanol dari tongkol jagung". <http://digilib.ump.ac.id/files/disk1/18/jhptump-a-fahmipurno-888-2-babii.pdf>. Diakses tanggal 10 Agustus 2015
- Fredi K, M. Wongso, et al. 2015. *Carbon microsphere from water hyacinth for supercapacitor electrode. Journal of the Taiwan institute of chemical engineers.* 47:p. 197-201.

Geankoplis (2003). *Transport Processes and Separation Process Principles*. New Jersey, Prentice Hall.

Gunnarsson, CC. 2007, "Water Hyacinths as a Resource in Agriculture and Energy Production : A Literature Review". *Waste Management*, Vol :27, p.117-129

Hamelinck, C.N., G. Van Hooijdonk, and A.P.C. Faaij. 2005. *Ethanol from lignocellulosic biomass: Techno-economic performance in short-, middle- and long-term*. *Biomass and Bioenergy*, 28(4): p. 384-410.

Hasanudin, M., 2008. *Activated carbon coconut shell*. *Activated carbon*, Jakarta blogger.

IKA (2013). "Vertical Kneader". Diakses pada 10 November, 2015, from <http://www.ikaprocess.com/Products/Kneading-machines-Kneaders-cph-17/Vertical-kneader-csb-VeKn/>.

Janz, G. J. (1967). *Thermodynamic Properties of Organic Compounds: Estimation Methods* United States of America Academic Press Inc.

Karimi, K., G. Emtiazi, and M.J. Taherzadeh, 2006. *Ethanol production from dilute-acid pretreated rice straw by simultaneous saccharification and fermentation with *Mucor indicus*, *Rhizopus oryzae*, and *Saccharomyces cerevisiae**. *Enzyme and Microbial Technology*, 40(1): p. 138-144.

Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. Kogakusha, Tokyo, Internasional Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co.

Kirt. "Density of some common building materials". Diakses pada 2 Desember, 2015, from www.rfcafe.com/references/general/density-building-materials.htm.

King, J., R. Grabiell, and J. Wightman. 2003. *Subcritical water extraction of anthocyanins from fruit berry substrates*. in *Proceedings of the 6th Intl. Symposium on Supercritical Fluids Tome*.

Lawson, B. 2012. "Capacitor and Supercapacitors ". <http://www.mpoweruk.com/supercaps.htm>. Diakses pada tanggal 5 Juli 2015

Maxwell (2015) Maxwell Technologies The Ultracapacitor Company

Ong, L. K., A. Kurniawan, et al. 2012. *A facile and green preparation of durian shell-derived carbon electrodes for electrochemical double-layer capacitors. Progress in Natural Science: Materials International*, **22**(6): 624-630.

Pandolfo, A.G. and A.F. Hollenkamp, 2006. *Carbon properties and their role in supercapacitors. Journal of Power Sources*, **157**(1): p.11-27

Perry, R.H., 1999. *Perry Chemical Engineer's Handbook*. Singapore, The Mc.Graw-Hill Companies.

Perry, R.H., 2008. *Perry Chemical Engineer's Handbook*. New York, The Mc.Graw-Hill Companies.

Peters, M. S., dkk (1991). *Plant Design and Economics For Chemical Engineers*. United States of America, The Mc.Graw-Hill Companies.

Purnawan, C., Hilmiyana, D., et al. 2012. "Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Untuk Pembuatan Kertas Dekorasi Dengan Metode Organosolv". *Jurnal Ekosains*, Vol. IV, No.2

MTI Corporationl. 2013, *Material SafetyData Sheet. Nickel Foam for Battery Cathode Substrate*.

R. Saidur, dkk (2011). "A review on biomass as a fuel for boilers". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 2262-2289.

Riyanto, A.2015, *Superkapasitor sebagai Piranti Penyimpanan Energi Masa Depan*,

Saputro, M., 2010. "Pembuatan karbon aktif dari kulit kacang tanah dengan aktivator asam sulfat". *Teknik kimia*. Semarang, Universitas Diponegoro. D3.

Sasol. 2011. *Material Safety Data Sheet Polypropylene*.

ScienceLab. 2011. *Material Safety Data Sheet Ethyl Acetate MSDS*.

ScienceLab. 2011. *Material Safety Data Sheet Sulfuric Acid MSDS*.

ScienceLab. 2011. *Material Safety Data Sheet KOH MSDS*

Sharma, P. 2012. "A review on electrochemical double-layer capacitors", *Energy conversion and management*: **2**;51: p.2901-2912.

Simsek Kus, N., 2012. *Organic reactions in subcritical and supercritical water*. Tetrahedron, **68**(4): p. 949-958.

Siovi, F. 2009. "Electrochemical Capacitors: Ionic Liquid Electrolytes." Elsevier Vol:1, p.649.

Smith, P., T. Jiang, et al. 2009. *High energy density ultracapacitors*.

Surya, R. 2015, Manfaat Eceng Gondok dalam Kolam Ikan. <http://www.bibitikan.net/manfaat-eceng-gondok-dalam-kolam-ikan/>, diakses pada tanggal 5 Juli 2015

Taherzadeh, M.J. and K. Karimi, 2008. *Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: A review*. International Journal of Molecular Sciences, **9**(9): p. 1621-1651.

Wang, Y., Z. Shi, et al. 2009. *Supercapacitor devices based on graphene materials*. J. Phys.Chem. **113**(30): 13103-13107.

Ye Sun, Jiayang Cheng. *Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review*. Department of Biological and Agricultural Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7625, USA

Zhu, G., Zhu, X., Xiao, Z., Yi, F., Ma, Y., and Ji, W., 2012. *Kinetics of glucose production from cellulose by hydrolysis in sub-critical water*, p. 2672-2678.