

BAB XII

DISKUSI DAN KESIMPULAN

XII.1. Diskusi

Prarencana pabrik biogas dari ampas tahu didasarkan pada keunggulan produk yang diperoleh, tiap-tiap produk yang diperoleh menghasilkan produk yang kemurniannya tidak berbeda dengan industri saat ini. Proses produksi biogas tidak hanya menghasilkan biogas saja, tetapi pupuk cair dan padat serta $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, sehingga tidak ada limbah yang dihasilkan saat proses produksi. Selain itu, pabrik ini berperan untuk mengolah limbah ampas tahu yang tidak digunakan lebih lanjut. Maka, dengan adanya pabrik Biogas dari ampas tahu di Indonesia dapat membantu menyuplai gas, pengolahan limbah dan memproduksi produk lainya. Kelayakan pabrik biogas dari ampas tahu ini dapat ditinjau dari beberapa faktor sebagai berikut :

➤ **Segi bahan baku**

Bahan baku yang digunakan untuk membuat biogas adalah ampas tahu dan bakteri EM-4. Ampas tahu diperoleh dari industri tahu di Kediri dan Malang, sedangkan bakteri EM-4 disuplai oleh industri dalam negeri karena jumlah penggunaan yang relatif sedikit. Menurut Disperindag kota kediri pada tahun 2016, sebanyak 148 industri di kota kediri baik menengah atas dan industri kecil sedangkan di malang tercatat terdapat 30 industri yang aktif memproduksi tahu. Berdasarkan perhitungan dan survey, diperoleh produksi ampas tahu di kota kediri perharinya 7400 kg, sedangkan di kota malang 1500 kg/hari. Dari segi bahan baku, ampas tahu di kedua kota sangat berlimpah. Pemanfaatan ampas tahu di kota kediri dan malang sebagian hanya digunakan untuk pupuk organik, makanan ternak dan sebanyak 65% sisa dari limbah tersebut sebagian besar dibuang kesungai atau tempat pembuangan akhir (TPA). Untuk mengurangi limbah tersebut ampas tahu diambil dari kedua kota tersebut untuk diolah menjadi biogas. Zeolite dari PT. Agas Sidoarjo dan CV. Orient Tech Sidoarjo dapat melayani regenerasi dan membeli zeolite dalam jumlah banyak. Untuk NaOH, dan NaCl disuplai oleh supplier di sidoarjo.

➤ Segi proses dan produk yang dihasilkan

Dari segi proses, untuk menghasilkan biogas dengan kandungan CH_4 diatas 65% di pabrik biogas ini memiliki waktu yang lebih singkat dengan menggunakan EM-4. EM-4 dalam pabrik biogas ini mampu menghasilkan biogas dalam jumlah besar dalam waktu 6 hari. Hal ini merupakan suatu keunggulan dalam memproduksi biogas dibandingkan dengan fermentasi alami atau dengan bakteri lainnya.

Dari segi produk, berdasarkan mekanisme proses yang dilakukan, produksi biogas dengan metode fermentasi anaerob menghasilkan kemurnian 89,94 % ditinjau dari produk yang dihasilkan, biogas tersebut dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan bakar untuk memasak. biogas yang dihasilkan merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan. Biogas merupakan gas yang lebih bersih dan ramah lingkungan jika dibakar terutama jika gas metana memiliki kemurnian tinggi, diperoleh panas yang memiliki nilai pembakaran yang tinggi. Menurut data dari *Engineering toolbox*, metana dengan kemurnian >89% memiliki HHV 55,5 MJ/kg, sedangkan untuk LPG 49,3 MJ/kg, dan LNG 55,2 MJ/kg.

Pupuk organik cair dan padat tergolong pada pupuk organik, sehingga memiliki keunggulan dibanding dengan pupuk kimia atau pupuk sintesa. Dari segi substrat, mampu menyuburkan tanah, karena memberikan substrat organik kepada mikroorganisme tanah. Pupuk organik dapat berperan juga mencegah terjadinya pengikisan lapisan tanah dimana lapisan tersebut mengandung banyak unsur hara.

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ yang dihasilkan memiliki kemurnian produk >99%. Dengan kemurnian ini, produk ini dapat relevan digunakan sebagai zat aditif, dengan reaksi antara CO_2 yang lebih murni dan bersih dengan NaOH.

➤ Segi lokasi

Pabrik biogas dari ampas tahu akan didirikan di kawasan Sidoarjo Rangkah Industrial Estate (SiRIE) di Jl. Raya Lingkar Timur kabupaten Sidoarjo. Penentuan lokasi pabrik ini didasarkan pada pertimbangan lokasi yang dekat dengan lokasi bahan baku di Kediri dan Malang, serta infrastruktur yang memadahi, kedekatan lokasi dengan sumber penyedia air yaitu PDAM kota Sidoarjo, terutama untuk mencari konsumen atau pembeli produk.

XII.2. Kesimpulan

Prarencana pabrik biogas dari ampas tahu layak didirikan baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomi, dari keseluruhan teknis mengenai pabrik biogas ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Segi Teknis

Pabrik	: Biogas dari Ampas Tahu
Kapasitas produksi	: 305 ton/tahun
Sistem Operasi	: Semi kontinyu
Bahan baku	: Ampas tahu
Utilitas	
• Air	: 155,0579 m ³ /hari
• Listrik	: 122,85 kW
• Steam	: 148,6571 m ³ /hari
• Freon	: 3 unit/tahun (1 unit = 15 kg)
Jumlah tenaga kerja	: 114 orang
Lokasi pabrik	: Sidoarjo Rangkah Industrial Estate (SiRIE) di Jl. Raya Lingkar Timur kabupaten Sidoarjo

2. Segi ekonomi

Hasil perhitungan analisa ekonomi pabrik biogas dari ampas tahu dengan metode *Discounted Flow* adalah sebagai berikut.

➤ <i>Rate of Return on Investment</i> (ROI) setelah pajak	: 23,58 %
➤ <i>Rate of Return on Equity</i> (ROE) setelah pajak	: 40,93 %
➤ <i>Pay Out Time</i> (POT) sesudah pajak	: 4 tahun 2 bulan 12 hari
➤ <i>Break Event Point</i> (BEP)	: 42,83 %

DAFTAR PUSTAKA

- Amaha K., Sasaki Y. Segawa T. 1995. *Utilization of Tofu (Soybean Curd) By-Products as Feed for Cattle. National Grassland Research Institute Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Japan.*
- Arjuna A.D. 2011. Perbedaan Freon R22, R332, R134A, dan R410 A. <https://www.arjunaelektronik.com/panduan/panduan-membeli-ac/perbedaan-freon-r22-r32-dan-r410a/> diakses tanggal 1 juli 2019.
- Asplund S. 2005. *The Biogas Production Plant at Umea Dairy Evalation of Design and Start up, Linkopings Universite Institute of Technology.*
- Awwaludin M., Santoso P., Suwardiyono. Perhitungan Kebutuhan *Cooling Tower* pada Rancang Bangun Untai Uji Sistem Kendali Reaktor Riset. *Journal Prima*, Volume 9 no 1. ISSN : 1411-0296.
- Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika. 2019. Prakiraan Cuaca dan Suhu Kab. Sidoarjo. Diakses tanggal 5 Juni 2019 <https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca.bmkg?Kota=Sidoarjo&AreaID=501303&Prov=12>
- Badan Standardisasi Nasional ICS.93.080.40/2008 mengenai Spesifikasi penerangna jalan dikawasan perkotaan
- Badan Standardisasi Nasional SNI 03-6575-2001 Tata cara perancangan sistem perncahayaann buatan pada bangunan Gedung dan industri.
- Bank Indonesia. 2019. BI Rate suku Bungan acuan, <https://www.bi.go.id/id/moneter/bi-7day-RR/data/Contents/Default.aspx>, diakses tanggal 31 Mei 2019
- Barnett., A., Pyle, L., and Subramanian, S.K. 1978. *Biogas Technology in the Third World.* Ottawa: International Development Research Centre.
- Bertoldo, D., 2008. *Anaerobic Digestion of Biomass for Biogas Production. Department of Chemichal Engineering Lakehead University Thunder Bay, Ontario:Canada.*
- Bhattacharjee S. 2010. *The Expert System for Thermodynamics (T.E.S.T),* https://www.ohio.edu/mechanical/thermo/property_tables/combustion/Enth_Formation.html, diakses tanggal 23 Mei 2019. Licensed by Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 United States License.
- Brownell E. L., Young E. H. 1959. *Process Equipment Design Vessel Design. United State of America.*

- Burnham A.K. 2010. *Estimating the Heat of Formation of Foodstuffs and Biomass*. Lawrence Livermore National Laboratory. UCRL-TR-464095
- Chemiphase. 2011. *Sodium Hydroxide NaOH (Caustic) – Commercial Grade*. Diakses tanggal 3 juni 2019 <https://www.chemiphase.co.uk/sodium-hydroxide-naoh-caustic-commercial-grade/>
- Coniwati, P., Herlanto A., Anggraini I., Y. 2009. Pembuatan Biogas Dari Ampas Tahu. Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. No 1 Vol 16.
- Coulson, Richardson.1983. *Chemical Engineering*, Volume 6. Pergamon Press : New York
- Daikin. 2012. *Zuw.C-B Water Cooled Single-Screw Chillers Refrigerant Type: R-134A, R32 and R410A*.
- Dasilva, E.J. 2011. *Biogas generation: developments, problems, and task-an overview*. Available at www.biogas-digester.com cited November 2018.
- Data Industri dan Perdagangan Kediri. 2016. Dinas Komunikasi dan Informatika http://kedirikab.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=1942:data-industri-dan-perdagangan&catid=177:data-indag&Itemid=961, Diakses Desember 2018.
- Dharmanto, Sujono A., Syitno. 2010. *Teknologi Biogas: Pembuatan, Operasional dan Pemanfaatan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- E.W. Lemmon, M.O. McLinden. 2018 "*Thermophysical Properties of Fluid Systems*" in *NIST Chemistry WebBook, NIST Standard Reference Database Number 69*, Eds. P.J. Linstrom and W.G. Mallard, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD, 20899, <http://webbook.nist.gov>, diakses tanggal 23 Mei 2019.
- EPA. 2002. *Managing Manure with Biogas Recovery Systems Improved Performance at Competitive Cost*.
- Froment, G.F. and Bischoff, K.B., 1979," *Chemical Reactor Analysis and Design*", 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Gadri S. F. A., Susilo U., Priyanto S. 2014. Aktivitas Protease dan Amilase Pada Hepatopankreas dan Intenstine Ikan Nilem *Osteochilus hasselti* C.V. Jurnal Scripta Biological. 43-48.
- Geankoplis, C.J., 2003, *Transport Processes and Unit Operations*, 4nd ed., Prentice-Hall International, Tokyo
- Goendi S, Purwadi T, dan Nugroho AP. 2008. Kajian Model Digester Limbah Cair Tahu untuk Produksi Biogas Berdasarkan Waktu Penguraian. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian*.Yogyakarta.

- Goendi S, Purwadi T, Nugroho A.P. 2008. Kajian Model Digester Limbah Ampas Tahu untuk Produksi Biogas Berdasarkan Waktu Penguraian.
- Hana M.Y., Karmaningroem N. 2012. Peningkatan Kualitas Air Baku PDAM Sidoarjo Menggunakan Horizontal *Roughing Filter* dengan Media Antrasit dan Penambahan Koagulan. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Handymath Density of NaOH*, diakses tanggal 3 juni 2019 <https://www.handymath.com/cgi-bin/naohtble3.cgi?submit=Entry>
- Hasibuan S. 2014. Respon Pemberian Ampas Tahu dan Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Proudksi Kangung.
- Hidayat R.M., Utomo P.P. 2012. Produksi Biogas dari Limbah Cair Industri Tahu dengan Biokatalis *Effective Mirocroorganism e (EM-4)*
- Hidayat., M.R. 2012. Produksi Biogas dari Limbah Cair Industri Tahu dengan Biokatalis *Effective Microorganisms 4 (EM-4)*. Vol.3:22
- Himmelblau. D.M. 1996. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering 6th Edition*. Prentice Hall International Series. United State of American.
- Kolmetz, K., Mulyandasari. 2011. *Cooling Tower Selection and Sizing (Engineering Design Guideline)*. KLM Technology Group
- Krasheninokov S.A., 1985 *Technology of soda ash and purified sodium bicarbonate*. Sodium Bicarbonate Market Research in CIS. Info-Mine year of 2007
- Kuria, J., and Maringa, M. 2008. *DEVELOPING SIMPLE PROCEDURES FOR SELECTING, SIZING, SCHEDULING OF MATERIALS AND COSTING OF SMALL BIO-GASS UNTIS*. International Jornal for Service Learning in Engineering, :p. 9-40.
- Li Yaeqing, Su Dongfang, Jiang Hao, Qian Mingyu, Zhou Hongjun, Street Jason, Luo Yan, Xu Quan. 2017. *Pyrolysis gas as a carbon source for biogasproductionviaanaerobic digestion*. Royal Society of Chemistry Journal.
- Lin S., Kiga T., Wang Y., Nakayama K. 2011. *Energy analysis of CaCO₃ calcination with CO₂ capture*. Elsevier. Science Direct Journal
- Liquifl Chemical Processing Pumps*. 2001. *Common Fluid – Pumping sodium hydroxide with liquiflo gear pumps*. Application Note to the field. Number: 010-1 halaman 2
- Liu Y., Liu D., Wall T. 2012. *Reporting of well stirred scrubber results: scrubbing of SO₂ and CO₂ by caustic solutions at atmospheric pressure*. Newcastle University of Australia, halaman 35-39.

- Maramis F. Yong W. O. 2009 Pabrik Biogas Dari Kotoran Sapi. Jurusan Teknik Kimia Halaman 29-30.
- Marsh, M.L.H, La Mendola, T., Schiffler, K., and Sousa, P. 2006. *Dairy Power Production Program DAIRY METHANE DIGESTER SYSTEM PROGRAM EVALUTION REPORT*. WesternUnited Resource Development, Inc.:California
- Maryana R., Satriyo K.W., Kismurtono M. 2008. Proses Pemurnian Metana dari Biogas Menggunakan Larutan NaOH dan KOH. Institut Teknologi Sepuluh November halaman 4-6.
- Mcgill. Cs. 2007. *Property of Sodium Hydroxide: Chemical Compounds Property*. https://www.cs.mcgill.ca/~rwest/wikispeedia/wpcd/wp/s/Sodium_hydroxide.htm diakses tanggal 2 juni 2019.
- Megawati, Aji W.K. 2014. Pengaruh Penambahan EM-4 (*Effective Microorganism-4*) Pada Pembuatan Biogas Dari Enceng Gondok dan Rumen Sapi. Jurnal Bahan Alam Terbarukan Vol 3, Edisi 2.
- Mentri Kesehatan Republik Indonesia. Nomor 416/MEN.KES/PER/IX/1990 Tentang “Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air”. Peraturan Mentri Kesehatan.
- Montalvo S., Milan Z., Poza de Las C., Monroy O., Sanchiez E., Borja F. 2011. *The Effects of Hydraulic Loading NaCl Concetrations on the Regeneration of Zeolite Backwashing*. Departamento de Ingeteria Quimica. Taylor & Francis Journal.
- Nuryana D., Astuti A.W., Bagas A., Melina M., Adhi Y., Kusumaningtyas R. D. 2017. Optimalisasi Pembuatan Biogas dari Enceng Gondok, Feses Sapi, Dan Limbah Tahu. Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negri Semarang.
- Paturohman M. 2009. Potensi Sampah Buah-buahan sebagai Bahan Bakar Alternatif (Biogas) Melalui Fermentasi Aerobik dan Anaerobik. IPB. Bogor.
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7^{ed}., Mc. Graw-Hill Book Company, New York.
- Peter, Timmerhaus. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*.Mc Graw Hill Higher Education : New York, 4th edition.
- Peter, Timmerhaus. 2004. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*.Mc Graw Hill Higher Education : New York, 5th edition.
- Philips. 2019. Spesifikasi Lampu <https://www.lighting.philips.co.id/id/consumer/p/led-lampu/8718696481967/spesifikasi> diakses tanggal 8 juni 2019.

- Pound, B., Done, F., and Preston, T.R., 1981. *BIOGAS PRODUCTION FROM MIXTURES OF CATTLE SLURRY AND PRESSED SUGAR CANE STALK, WITH AND WITHOUT UREA*. Trop Anim Prod. Hal. 11-21.
- Rohadi R., Yulianti I. S. 2017. Uji Efektifitas Pencahayaan Ruang Kuliah Menggunakan *Software Calculux Indoor*. *Unnes Physics Journal*. Universitas Negri Semarang
- Rosiana, N., Amareta. D. 2006. Karakteristik Yogurt Edamame Hasil Fermentasi Kultur Campuran Bakteri Asam Laktat Komersial Sebagai Pangan Fungsional Berbasis Biji-Bijian. Vol 1. No 2 hal.84-85.
- Sari Ni Ketut. 2011. *Ekonomik Teknik; Pengantar dan Pengertian Mengenai Ekonomi Teknik*. Yayasan Humantora.
- Seider W.D. 2004 *Equipment Sizing Vessel and Capital Process Design*. Chapter 6.
- Shurtleff, W. And A. Aoyagi. 1975. *The Book of Tofu, Food for Mankind*. Ten
- Singh et. al. 2001. Increased Biogas Production Using Microbial Stimulants. *Bioresource Technology* Vol.78: 313-316
- Smith J.M., Van Ness H.C., Abbot M. 2005 *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7th edition*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. Speed Press. California, USA.
- Suhendi E., Paradise U.G., Priandana I. 2016. Pengaruh Laju Alir Udara dan Waktu Proses Gasifikasi Terhadap Gas Producer Limbah Tangkai Daun Tembakau Menggunakan Gasifier Tipe Downdraft. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 45-53.
- Suprpti, M. L. 2005. *Pembuatan Tahu*. Kanisius: Yogyakarta
- Vas Bhat, R. D., Kuipers, J. A. M., Versteeg, G. F., 2000, *Mass Transfer with complex chemical reactions in gas-liquid system: two-step reversible reactions with unit stoichiometric and kinetic orders*, *Chemical Engineering Journal*, Vol. 76, jilid 2, hal 127-152.
- Wahyuni S. 2011 *Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah*. PT Agro Media Pustaka.
- Wahyuni, Sri. 2009. *Biogas*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wididana GN, Surandi KR, dan Teruo Higa. 1996. *Tanya Jawab Teknologi Effective Microorganisme*. Penerbit Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan. Jakarta
- Wiratni K., Ika L. 2014. *Penyimpanan Biogas Menggunakan Tabung dengan Sistem Kompresi Adsorpsi*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Wulandari D.D. 2017. Analisa Kesadahan Total dan Kadar Klorida Air di Kecamatan Tanggulangin Sidoarjo. *MTPH Journal* Vol 01 no 01. Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya.

- Yadvika. 2004. *Enhancement of Biogas Production From Solid Substrates Using Different Techniques – a review*. *Bioresource Technology* Vol. 95: 1–10.
- Yang Cheng L., Ge Xumeng, Wan Caixia, Yu Fei, Li Yebo. 2014. *Progress and perspectives in converting biogas to transportation fuels*. *Department of Food, Agricultural and Biological Engineering. Elsevier Journal – Renewable and sustainable energy*. P 1133 – 1152.
- Yaws, C.L. 1995. *Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*, McGraw-Hill.