

STRATEGI PEMANFAATAN ENERGI TERBARUKAN DALAM RANGKA KEMANDIRIAN ENERGI DAERAH PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Eduardo Heyko, Zamruddin Hasid, Priyagus

Magister Ilmu Ekonomi

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Mulawarman Indonesia

ABSTRACT

This research is aim to find out hotchpotch of East Kalimantan Province energy at 2025 after optimize renewable energy (biodiesel, bioethanol, and biogas) and to find out the most proper of renewable energy to developed by applying correct development strategy. This research use secondary data processing of taken spanning year time on 2002-2012. Renewable energy development strategy analysis conducted by using IFE and EFE matrix and also SWOT matrix. Whereas, projection analysis of energy necessity untill year 2025 conducted by using time series forecasting pursuant to method of trend analysis plot, smoothing plot, and decomposition plot. Software used to conduct forecasting is Minitab 16 Version. Result of research indicate that the fuel energy consumption in East Kalimantan Province at 2025 reach 47.970,20 thousand BOE, so the correct strategy to be used related to the utilization of renewable energy is conservative (self correction) strategy. Besides that, this optimization of utilization of renewable energy make East Kalimantan Province as self-supporting area of energy or Autonomous Energy Region with fossil energy savings which substituted by renewable energy is equal to 30.287,42 thousand BOE or 63,14% from regional energy necessity, wherein the most proper renewable energy to developed are biodiesel and biogas because they are more profitable than bioethanol.

Keywords: Bioenergy, Renewable Energy, Development Strategy

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bauran energi daerah Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2025 setelah mengoptimalkan energi terbarukan (biodiesel, bioethanol, dan biogas) serta mengetahui energi terbarukan yang paling layak dikembangkan dengan menerapkan strategi pengembangan yang tepat. Penelitian ini menggunakan data sekunder pada tahun 2002-2012. Analisis strategi pengembangan energi terbarukan dilakukan dengan menggunakan matriks IFE dan EFE serta matriks SWOT. Sedangkan, analisis proyeksi kebutuhan energi hingga tahun 2025 dilakukan dengan menggunakan peramalan proyeksi tren berdasarkan metode *trend analysis plot*, *smoothing plot*, dan *decomposition plot*. Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan peramalan adalah Minitab Versi 16. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi BBM di Kalimantan Timur pada tahun 2025 mencapai 47.970,20 ribu SBM, sehingga

strategi yang tepat untuk digunakan berkaitan dengan pemanfaatan energi terbarukan adalah strategi konservatif (berbenah diri). Selain itu, pengoptimalan pemanfaatan energi terbarukan ini menjadikan Provinsi Kalimantan Timur sebagai daerah mandiri energi dengan penghematan energi fosil yang digantikan oleh energi terbarukan adalah sebesar 30.287,42 ribu SBM atau 63,14% dari kebutuhan energi daerah, dimana energi terbarukan yang paling layak untuk dikembangkan adalah biodiesel dan biogas karena lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan bioethanol.

Kata Kunci: Bioenergi, Energi Terbarukan, Strategi Pengembangan

PENDAHULUAN

Energi merupakan komoditas strategis yang mempengaruhi keberlangsungan pembangunan yang dalam pengelolaannya memerlukan ketelitian dan kebijaksanaan. Jika pasokan energi menurun, maka akan menimbulkan kenaikan harga energi yang berakibat pada turunnya daya beli energi. Hal ini akan berimbas pada kolapsnya kegiatan ekonomi dan bersifat destruktif terhadap kegiatan produksi dan konsumsi masyarakat. Dengan demikian pasokan energi memegang peranan yang sangat penting, karena permintaan akan energi sebagai komoditas primer cenderung selalu meningkat.

Cadangan minyak bumi terbukti yang dimiliki Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2012 sekitar 765,75 juta barel dan dengan tingkat produksi sekitar 47,44 juta barel per tahun, maka cadangan tersebut akan habis dalam waktu 16 tahun. Selain itu, cadangan terbukti gas bumi sekitar 24,96 TSCF (4.445,35 juta SBM) dengan tingkat produksi pada tahun 2012 sebesar 0,82 TSCF (148 juta SBM), maka cadangan gas bumi akan habis dalam waktu 30 tahun. Kondisi tersebut berbanding terbalik dengan potensi *coal bed methane* yang mencapai 109,30 TSCF (19.466,33 juta SBM) dan belum dimanfaatkan sama sekali. Potensi batubara kalori rendah yang dapat dikonversi menjadi bensin sintentik juga cukup besar dan belum dimanfaatkan (Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Timur, 2010). Sementara itu, potensi lahan perkebunan yang dapat dimanfaatkan untuk tanaman sumber bahan bakar nabati mencapai 6.520.623 hektar dan baru dimanfaatkan sekitar 1.113.176 hektar (Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur, 2013). Demikian juga dengan potensi limbah peternakan dan limbah rumah tangga yang mencapai 5,41 juta ton atau setara 6,30 juta SBM dan baru dimanfaatkan sebanyak 445 SBM per tahun.

Produksi minyak bumi di Kalimantan Timur pada tahun 2012 hanya 47,44 juta barel, sedangkan produksi kilang mencapai 87,44 juta barel, yang artinya pasokan minyak bumi ke kilang pemurnian masih dipenuhi melalui impor. Di sisi lain, konsumsi bahan bakar minyak (BBM) pada tahun 2012 mencapai 31,99 juta SBM. Kebutuhan energi BBM ini diprediksikan meningkat satu setengah kali lipat menjadi 47,97 juta SBM pada tahun 2025. Jika memperhatikan bahwa produksi minyak bumi yang bersumber dari pompa-pompa minyak di wilayah ini selama sepuluh tahun terakhir (2003-2012) tidak pernah mencukupi kebutuhan kilang pemurnian dan pertumbuhan rata-rata konsumsi BBM selama sepuluh tahun mencapai 21,91% per tahun, maka dapat dipastikan bahwa Provinsi

Kalimantan Timur memang tidak mampu mencukupi kebutuhannya jika tidak ditemukan cadangan minyak baru di wilayah ini.

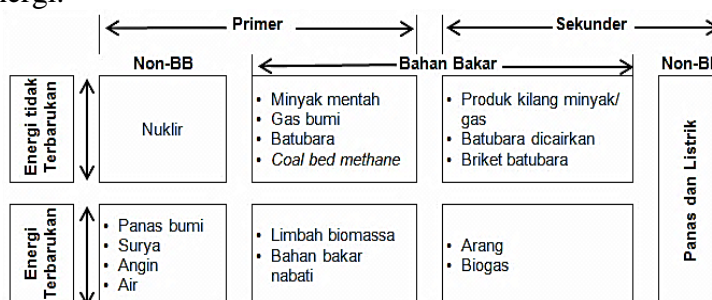
Agar kebutuhan energi yang meningkat tersebut dapat terpenuhi, sementara cadangan energi berbahan fosil dipastikan menurun, maka dibutuhkan adanya strategi substitusi ke sumber energi terbarukan yang potensinya sangat besar di Kalimantan Timur. Kondisi ideal yang seharusnya dapat terpenuhi adalah ketika terjadi pemanfaatan energi fosil sebanyak satu barel, maka harus mampu digantikan dengan penemuan cadangan energi fosil baru sebanyak satu barel atau digantikan oleh minyak dari sumber energi alternatif sebanyak satu barel pula.

Bauran energi daerah dari sumber energi terbarukan yang berbasis pada bahan bakar nabati yang berupa biodiesel dan bioethanol serta biogas merupakan konsep dan strategi yang dapat dipergunakan sebagai alat untuk mencapai kemandirian energi dan pembangunan ekonomi yang berkelanjutan. Kebijakan bauran energi daerah perlu dikembangkan dengan memperjelas strategi, sasaran penggunaan, jumlah pemanfaatan, dan pengelolaan energi tersebut dengan mempertimbangkan potensi, permintaan, infrastruktur, dan harga energi; teknologi; pajak; investasi; dan lain sebagainya, sehingga Provinsi Kalimantan Timur akan memiliki kemandirian energi di masa yang akan datang dengan pertumbuhan serta pembangunan ekonomi yang stabil tanpa adanya ketergantungan terhadap energi fosil yang tidak dapat diperbaharui.

KAJIAN TEORI

Pengelompokan Energi

Menurut sifatnya, energi dikelompokkan menjadi energi primer dan sekunder. Sedangkan, sumber-sumbernya dapat dikelompokkan menjadi sumber energi terbarukan dan tidak terbarukan. Gambar 1 menunjukkan terminologi komoditas energi.

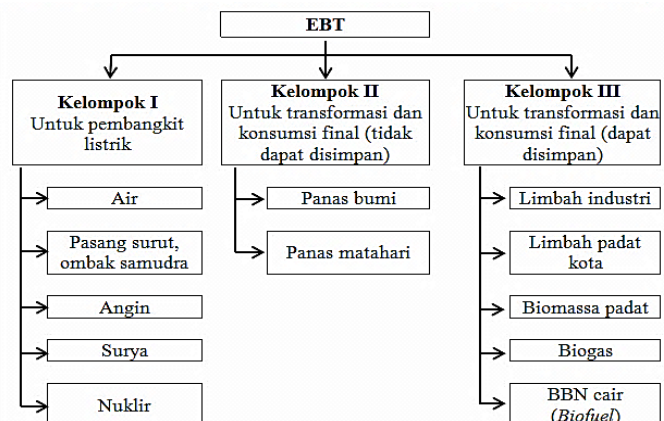


Sumber: *International Energy Agency* (2005)

Gambar 1. Terminologi Komoditas Energi

Energi Baru dan Terbarukan

World Council for Renewable Energy (WCRE) mendefinisikan energi terbarukan yang berupa surya, angin, air, laut, panas bumi, biomassa, dan lain-lain sesungguhnya adalah turunan dari energi matahari yang secara alami terbarukan melalui proses alam. Gambar 2 menunjukkan klasifikasi dan konsumsi energi baru dan terbarukan.



Sumber: *International Energy Agency* (2005)

Gambar 2. Klasifikasi Sumber Energi Baru dan Terbarukan Menurut Pemanfaatannya

Energi Berbahan Nabati

Biomassa padat adalah limbah yang dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar untuk memanaskan air atau menggerakkan turbin listrik. Biomassa padat dapat berupa limbah kayu, *bagasse* (ampas batang tebu), sekam (kulit padi), bonggol jagung, pupuk kandang, dan limbah rumah tangga. Sedangkan, biogas adalah hasil dekomposisi bahan-bahan organik dalam bentuk gas yang berupa gas *methane* dan karbondioksida.

Biomass liquefaction adalah proses perubahan biomassa menjadi bahan energi cair melalui proses konversi secara *biokimia* untuk menghasilkan bioethanol (alkohol) dan proses konversi secara *thermo-kimia* untuk menghasilkan biodiesel. Konversi secara *biokimia* biasanya menggunakan bahan nabati yang banyak mengandung karbohidrat, seperti pati, kentang, gula, dan lain sebagainya. Sedangkan, konversi secara *thermo-kimia* menggunakan bahan nabati yang mengandung minyak-lemak, baik yang bersifat alami pangan, seperti sawit, kelapa, kacang tanah, dan kemiri, maupun yang non-pangan, seperti jarak pagar, randu, dan nyamplung (IPB, 2008). Teknologi untuk memproses biomassa menjadi bahan bakar bersifat sangat sederhana dan dapat dikembangkan dalam skala kecil.

Keamanan Energi dan Desa Mandiri Energi

International Energy Agency (IEA) mendefinisikan keamanan energi sebagai ketersediaan pasokan energi dalam kuantitas yang cukup, harga terjangkau, berkelanjutan, serta aman dalam memperoleh energi. Sedangkan, menurut Yergin (2006), keamanan energi merupakan sebuah konsep dimana sebuah negara mampu mempertahankan diri dan melakukan pembangunan dengan mengutamakan keamanan dan ketersediaan cadangan energi yang memadai dengan harga yang terjangkau, baik minyak ataupun variasi jenis lainnya.

Desa Mandiri Energi adalah desa yang masyarakatnya memiliki kemampuan memenuhi lebih dari 60% kebutuhan energi (bahan bakar dan listrik) dari energi terbarukan yang dihasilkan melalui pendayagunaan sumberdaya setempat secara berkelanjutan. Berkelanjutan diartikan sebagai energi yang dapat

dimanfaatkan secara terus-menerus tanpa batas waktu sehingga tidak terkendala oleh permasalahan keterbatasan sumberdaya energi.

Diversifikasi, Intensifikasi, Konversi, dan Konservasi Energi

Diversifikasi merupakan upaya penganekaragaman penggunaan energi melalui pengurangan penggunaan sumber energi fosil dan mensubstitusinya dengan sumber energi lainnya termasuk energi baru-terbarukan. Intensifikasi adalah meningkatkan dan mengembangkan eksplorasi sumber energi yang tersedia. Konversi didefinisikan sebagai upaya mensubstitusi suatu produk ke produk lain yang sejenis tetapi dengan kelebihan-kelebihan tertentu. Sedangkan, konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumberdaya energi serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya.

Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan

Ekonomi sumberdaya alam adalah suatu cakupan ilmu yang mempelajari bagaimana manusia mengalokasikan sumberdaya alam yang langka serta mempelajari pengalokasian sumberdaya alam tersebut. Semakin cepat pertumbuhan dan pembangunan ekonomi maka semakin banyak sumberdaya alam yang diperlukan dalam proses produksi. Dengan demikian, pembangunan ekonomi yang harus diterapkan adalah pembangunan yang berwawasan lingkungan dalam arti tidak menguras sumberdaya alam dan merusak lingkungan.

Degradasi lingkungan diartikan sebagai penurunan kualitas lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan pembangunan dengan ditandai tidak berfungsinya komponen-komponen lingkungan sebagaimana mestinya. Degradasi lingkungan dapat terjadi akibat proses eksploitasi terhadap lahan dan tanah, seperti yang terjadi pada proses penambangan timah, emas, batu bara, minyak, dan lain sebagainya (Sari, 2015).

Teori yang menghubungkan degradasi lingkungan dengan tingkat pendapatan per kapita disebut sebagai *Environmental Kuznets Curve* (EKC). Hipotesis EKC menyatakan bahwa ketika pendapatan suatu daerah masih rendah, perhatian daerah tersebut akan tertuju pada cara meningkatkan pendapatan dengan mengesampingkan permasalahan kualitas lingkungan. Ketika pendapatan suatu daerah terus bertumbuh seiring pembangunan ekonomi, produksi manufaktur akan menyumbang sejumlah besar produk domestik regional bruto dan diiringi dengan kenaikan tingkat polusi. Fase pertumbuhan menurut Kurva Kuznet terbagi dalam 3 (tiga) tahap, yaitu *pre-industrial economics*, *industrial economics*, dan *post industrial economics*.

Menurut Soemarno (2012), ekonomi hijau mengacu pada sektor ilmu ekonomi yang berfokus pada ketahanan lingkungan. Ekonomi hijau merupakan antisipasi terhadap kegiatan ekonomi hitam, yaitu pembangunan ekonomi yang bertumpu pada bahan bakar fosil, seperti batubara, minyak bumi, dan gas alam. Ruang lingkup ekonomi hijau adalah produksi energi hijau yang bertumpu pada energi terbarukan untuk menggantikan minyak fosil serta konservasi energi menuju penggunaan energi yang efisien. Oleh sebab itu, ekonomi hijau dianggap mampu untuk mewujudkan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan serta

meminimalkan pencemaran lingkungan, pemanasan global, pengurasan sumberdaya alam, dan degradasi lingkungan.

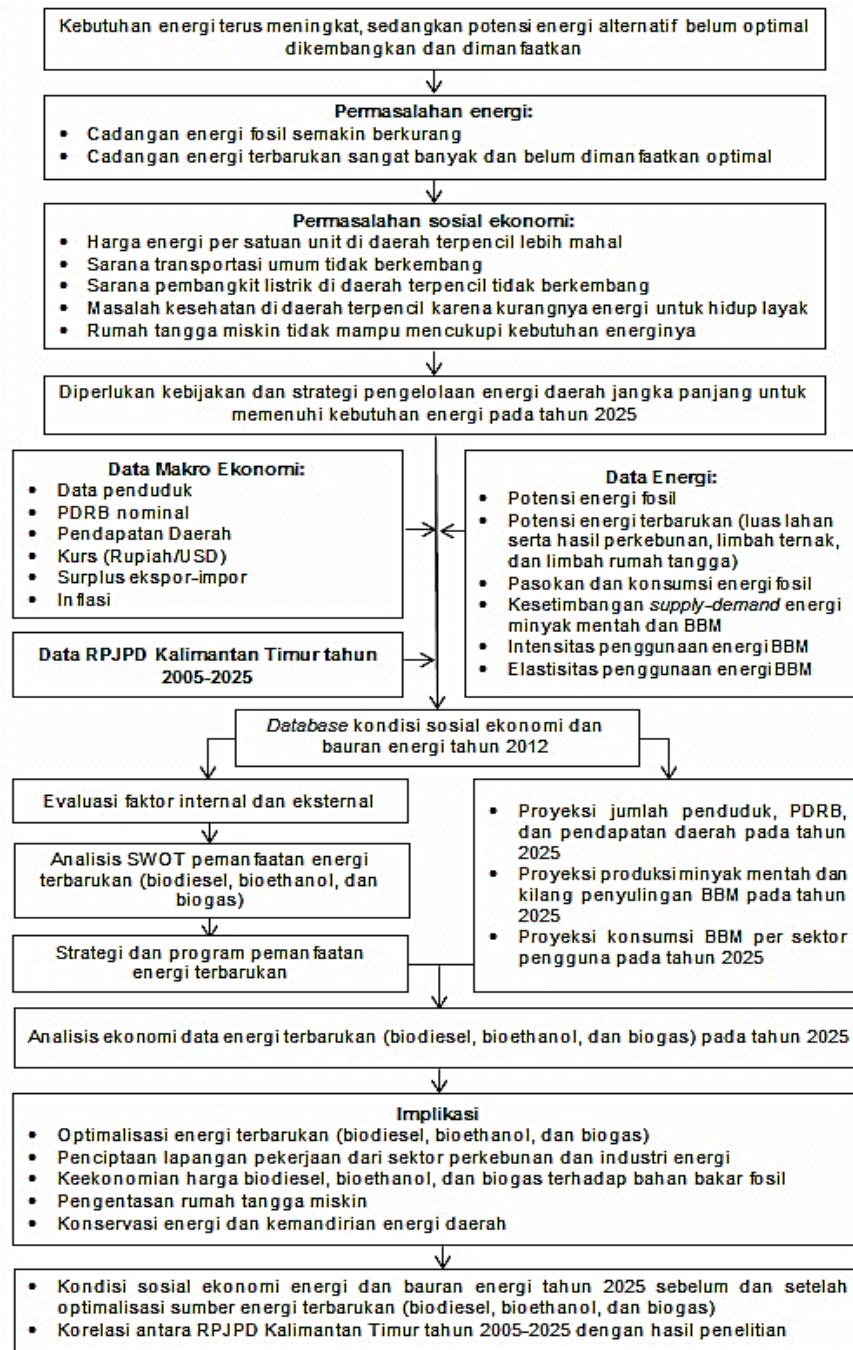
Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan adalah suatu proses perubahan yang terjadi pada keadaan, dimana eksploitasi sumberdaya alam, investasi, serta pengembangan teknologi dan institusi saling mendukung untuk meningkatkan potensi generasi saat ini maupun generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan pembangunan. Pembangunan dapat dikatakan berkelanjutan jika memenuhi kriteria ekonomis, bermanfaat secara sosial, dan menjaga kelestarian lingkungan hidup. Berkaitan dengan energi, pengembangan energi berkelanjutan dapat dicapai dengan cara menyediakan akses terhadap bauran energi yang efektif dan memadai bagi kebutuhan energi nasional dengan memberikan porsi yang lebih besar terhadap sumber energi yang dapat diperbaharui serta meningkatkan efisiensi energi dan penguasaan teknologi hemat energi (Nur Tri Harjanto, 2008). Dalam pelaksanaannya, pembangunan berkelanjutan harus memperhatikan empat hal, yaitu menjamin pemerataan dan keadilan sosial, menghargai keanekaragaman hayati, menggunakan pendekatan integratif, dan melihat perspektif jangka panjang (Askar Jaya, 2004).

Manajemen Strategis dan Permalan

Manajemen strategis didefinisikan sebagai seni dan pengetahuan dalam merumuskan, mengimplementasikan, serta mengevaluasi keputusan-keputusan lintas-fungsional yang memungkinkan suatu organisasi mencapai tujuannya. Manajemen strategis berfokus pada usaha untuk mengintegrasikan manajemen, pemasaran, keuangan/akuntansi, produksi/operasional, penelitian dan pengembangan, serta sistem informasi komputer untuk mencapai keberhasilan organisasional (David, 2009: 5). Sedangkan, peramalan (*forecasting*) adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Peramalan dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis. Peramalan juga dapat berupa prediksi intuisi yang bersifat subyektif maupun kombinasi dari keduanya (Heizer dan Render, 2009: 162).

Kerangka Pikir



Sumber: Data primer diolah (2015)

Gambar 3. Skema Kerangka Pikir Penelitian

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif eksplanasi, yaitu penelitian yang mendeskripsikan suatu fenomena yang terjadi dengan cermat berdasarkan karakteristik dan fakta-fakta yang terjadi. Data kuantitatif dalam penelitian ini berupa populasi penduduk; jumlah rumah tangga miskin; PDRB nominal; pendapatan daerah; kurs Rupiah terhadap USD; surplus ekspor-impor; inflasi; luas lahan perkebunan serta hasil produksinya yang berupa kelapa sawit, singkong, dan nira nipa; populasi ternak; produksi dan konsumsi energi BBM; serta intensitas dan elastisitas penggunaan energi BBM di Kalimantan Timur pada tahun 2002-2012. Data kualitatif dalam penelitian ini berupa data lingkungan internal dan eksternal yang mempengaruhi dinamika pengelolaan energi fosil dan energi terbarukan, terutama di Provinsi Kalimantan Timur. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara dokumentasi melalui metode studi kepustakaan, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan mempelajari dokumen dan data-data yang berkaitan dengan keperluan penelitian. Data yang dikumpulkan merupakan data sebelum terjadinya pemekaran wilayah Provinsi Kalimantan Timur menjadi Provinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara dengan tujuan untuk memenuhi kecukupan data selama 10 tahun dan menghindari bias data.

Perumusan pilihan strategi pemanfaatan energi terbarukan dilakukan dengan menggunakan rangkaian analisis SWOT. Proses tersebut dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pengumpulan data (*input stage*), analisis (*matching stage*), dan pengambilan keputusan (*decision stage*). Pada tahap pengumpulan data, dilakukan evaluasi faktor lingkungan internal dan eksternal dengan menggunakan matriks IFE dan EFE. Pada tahap analisis, dilakukan penempatan posisi strategi dengan menggunakan IFE & EFE Score, diagram analisis SWOT, dan matriks SWOT. Pada tahap pengambilan keputusan, dilakukan pembentukan program-program pemanfaatan berdasarkan hasil analisis SWOT. Analisis proyeksi kebutuhan energi hingga tahun 2025 dilakukan dengan menggunakan peramalan proyeksi tren dengan model *linear*, *quadratic*, *exponential growth*, *s-curve*, *exponential smoothing plot*, dan *decomposition plot*. Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan peramalan adalah Minitab Versi 16 (2010). Kemandirian energi daerah dikhususkan dengan pemanfaatan biodiesel, bioethanol, dan biogas sebanyak 60% dari kebutuhan energi BBM di Kalimantan Timur. Dalam rangka untuk mencapai tujuan tersebut, maka dalam penelitian ini ditetapkan sasaran substitusi BBM dengan memanfaatkan biodiesel dan bioethanol masing-masing sebanyak 25% dari kebutuhan BBM tahun 2025 serta dengan memanfaatkan biogas sebanyak 100% dari potensinya.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis SWOT dan Strategi Pemanfaatan Energi Terbarukan

Analisis SWOT dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pengumpulan data (*input stage*), analisis (*matching stage*), dan pengambilan keputusan (*decision stage*). Pada tahap pengumpulan data, dilakukan evaluasi faktor lingkungan internal dan eksternal dengan menggunakan matriks IFE dan EFE. Pada tahap analisis, dilakukan penempatan posisi strategi dengan menggunakan IFE & EFE

Score, diagram analisis SWOT, dan matriks SWOT. Pada tahap pengambilan keputusan, dilakukan pembentukan program-program pemanfaatan energi terbarukan berdasarkan hasil analisis SWOT.

Tabel 1. Matriks IFE dan EFE

Faktor Internal	Bobot	Peringkat	Skor
Kekuatan			
1. <i>Biofuel</i> dan biogas tidak membutuhkan teknologi tinggi dan sangat mungkin dikembangkan oleh rumah tangga atau komersial dalam skala kecil tetapi bersifat nasional.	0,09	4	0,36
2. Harga <i>biofuel</i> dari sumber energi terbarukan sudah kompetitif terhadap sumber energi fosil.	0,08	4	0,32
3. Beberapa teknologi energi terbarukan sudah dikuasai dan telah berkembang secara komersial dan kompetitif terhadap teknologi energi konvensional.	0,07	3	0,21
4. Energi terbarukan tidak menimbulkan emisi gas rumah kaca dan polusi.	0,04	3	0,12
5. Biaya produksi <i>biofuel</i> sebagai energi terbarukan bersifat konstan selama masa pakai fasilitas.	0,03	3	0,09
6. Pemanfaatan <i>biofuel</i> sebagai energi terbarukan bersifat berkelanjutan.	0,04	3	0,12
7. Litbang teknologi energi baru-terbarukan masih terus dikembangkan.	0,05	3	0,15
8. Litbang pengembangan bibit unggul tanaman potensi sumber energi berbahan nabati sudah dikembangkan.	0,05	3	0,15
9. Perusahaan industri energi di Indonesia sudah komitmen terhadap kebijakan tata kelola yang baik.	0,01	2	0,02
Sub Total	0,46		1,54

Kelemahan			
1. Teknologi eksploitasi dan eksplorasi sumber energi berbahan fosil masih dikuasai oleh negara maju sehingga posisi tawar Indonesia rendah saat ingin mengeksploitasi sumber energi tersebut.	0,08	4	0,32
2. Beberapa sumber energi potensial terletak pada daerah dimana tingkat konsumsi energinya masih rendah atau konsumennya masih sedikit dan terpencil sehingga sumber energi ini membutuhkan biaya sangat besar jika hendak dimanfaatkan dan didistribusikan.	0,07	4	0,28
3. Keterbatasan infrastruktur energi yang menyebabkan rendahnya konsumsi energi per kapita merupakan hambatan utama bagi pertumbuhan ekonomi.	0,06	4	0,24
4. Adanya banyak pulau kecil dan daerah terpencil menyebabkan distribusi energi belum memadai. Apalagi infrastruktur energi saat ini masih terbatas, sedangkan untuk pembangunannya memerlukan investasi yang sangat besar.	0,08	4	0,32
5. Pemanfaatan energi terbarukan pada umumnya bersifat setempat.	0,02	2	0,04
6. Diduga masih adanya inefisiensi dalam pengelolaan industri migas.	0,04	4	0,16
7. Investasi di sektor industri energi terbarukan kurang diminati karena tingkat pengembalian modal yang rendah dan tidak pasti, serta biaya produksi dan pengembangan masih tinggi.	0,06	4	0,24
8. Pelaksanaan otonomi daerah yang diharapkan dapat memacu pengembangan sumber energi sesuai dengan potensi dan kompetensi daerah dalam memenuhi kebutuhan energinya sendiri (swasembada energi daerah) belum optimal.	0,09	4	0,36
9. Sumberdaya manusia di bidang energi sangat banyak tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal untuk pemberdayaan industri energi skala kecil.	0,03	3	0,09
10. Industri energi berbahan nabati masih terfokus pada produk hulu dalam bentuk <i>biofuel</i> dan belum dikembangkan menjadi produk hilir petrokimia yang memberikan nilai tambah, seperti <i>biopolymer</i> (plastik), kosmetik, dan lain sebagainya.	0,01	2	0,02
Sub Total	0,54		2,07
Total	1		3,61
Selisih Skor			0,53

STRATEGI PEMANFAATAN ENERGI; Eduardo Heyko, Zamruddin Hasid, Priyagus

Faktor Eksternal	Bobot	Peringkat	Skor
Peluang			
1. Penganekaragaman sumber energi terbarukan masih sangat terbuka untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif.	0,09	4	0,36
2. Potensi lahan dan jenis tanaman lokal yang layak untuk pengembangan sumber energi berbasis nabati sangat besar dan belum dimanfaatkan secara maksimal.	0,07	3	0,21
3. Potensi limbah peternakan dan limbah rumah tangga sangat besar dan belum dimanfaatkan secara maksimal.	0,07	3	0,21
4. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi pada tahun 2025 membutuhkan energi yang lebih banyak.	0,05	4	0,20
5. Provinsi Kalimantan Timur mempunyai 195.446,75 km ² luas daratan, 2.946.142 ha luas pengelolaan laut, 1.185 km garis pantai, 1.493 desa, 365 pulau kecil, 83 gunung, 209 sungai, dan 18 danau sehingga merupakan potensi sumber energi terbarukan yang sangat besar.	0,06	3	0,18
6. <i>Market size</i> industri energi baru-terbarukan akan sangat tinggi sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan perekonomian di masa mendatang.	0,07	3	0,21
7. Pertumbuhan penduduk meningkat rata-rata 9,5% per tahun pada 2002-2012 dan diperkirakan menjadi dua kali lipat di tahun 2025 sehingga membutuhkan kecukupan energi yang sangat banyak. Jika pertumbuhan penduduk tidak diimbangi dengan pengembangan sumber energi baru-terbarukan, maka pertumbuhan penduduk menjadi ancaman terhadap ketersediaan energi berbahan fosil. Tetapi jika pertumbuhan penduduk diimbangi dengan pengembangan sumber energi baru-terbarukan, maka pertumbuhan penduduk menjadi peluang dalam produksi sumber energi baru-terbarukan.	0,02	3	0,06
8. PDRB tahun 2012 sebesar Rp 419 triliun, pertumbuhan PDRB meningkat rata-rata 16,68% per tahun pada 2002-2012. Pendapatan daerah sebesar Rp 11,82 triliun pada tahun 2012. Pertumbuhan ekonomi yang semakin baik akan menjadi daya tarik investasi swasta yang diperlukan dalam pembangunan sektor energi.	0,05	3	0,15
9. PDRB per kapita pada tahun 2012 sebesar Rp 109,66 juta, tingkat inflasi rata-rata 8,36% per tahun, konsumsi energi BBM meningkat rata-rata 21,91% per tahun pada 2002-2012, intensitas energi BBM 8,23 SBM per kapita, dan elastisitas energi BBM 0,71 SBM per 1.000 USD PDRB, sehingga diperkirakan kebutuhan energi juga akan meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan peningkatan kesejahteraan.	0,05	3	0,15
10. Undang-undang Dasar 1945 mengamanahkan tercapainya keseimbangan yang harmonis antara penyediaan energi dan kebutuhan energi dengan tidak merusak lingkungan dan digunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat.	0,05	2	0,10
Sub Total	0,58		1,83
Ancaman			
1. Cadangan minyak bumi sudah semakin terbatas apalagi jika tidak ditemukan cadangan yang baru. Keadaan tersebut sangat mengkhawatirkan karena perekonomian nasional dan regional masih sangat tergantung pada minyak bumi.	0,09	4	0,36
2. Ketergantungan sektor industri dan transportasi kepada BBM masih sangat tinggi dan sulit dialihkan kepada sumber energi berbahan gas. Penggunaan bahan bakar minyak untuk industri pada tahun 2012 mencapai 21,28 juta SBM dan sektor transportasi sebesar 7,18 juta SBM dari total konsumsi energi BBM yang sebesar 31,99 juta SBM. Pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan ketergantungan terhadap BBM ini pada sektor industri dan transportasi.	0,04	4	0,16
3. Kepentingan negara maju atas sumber-sumber energi fosil, terutama di Timur Tengah, sangat mempengaruhi stabilitas minyak bumi, yang akibatnya juga sangat mempengaruhi stabilitas harga minyak bumi di dalam negeri.	0,06	3	0,18
4. Keberpihakan negara terhadap kepentingan kekayaan alam Indonesia belum maksimal, terbukti dari sebesar 76% sumber energi fosil dikuasai oleh perusahaan asing (Riefqi Muna, Adriana Elisabeth, dan Nanto Sriyanto, 2010).	0,06	3	0,18

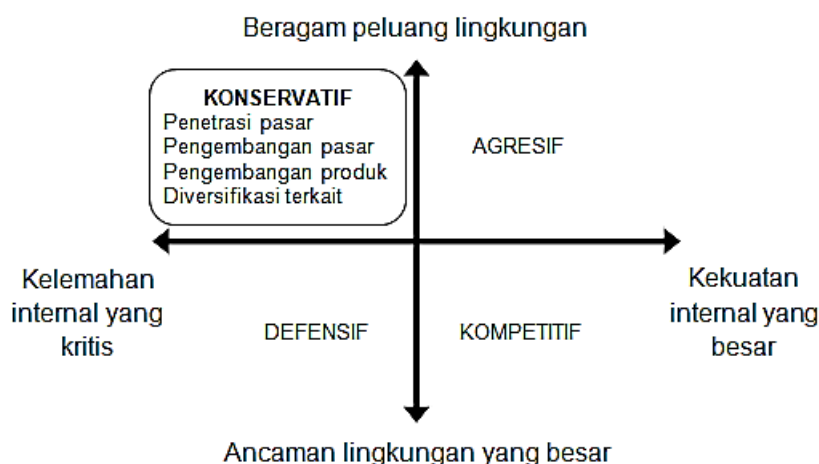
5. Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai energi baru terbarukan, pola hidup yang bersifat konsumtif, dan budaya tidak hemat energi memberikan dampak pada pemborosan sumberdaya energi. Energi masih dianggap sebagai infrastruktur, bukan sebagai komoditi.	0,05	3	0,15
6. Iklim investasi yang belum kondusif akan menghambat pengembangan industri energi, sehingga minat investor untuk melakukan kegiatan investasi di bidang energi baru-terbarukan masih rendah.	0,02	3	0,06
7. Adanya ketimpangan perkembangan ekonomi antar kabupaten-kota membawa konsekuensi ketimpangan pembangunan di sektor energi, dalam arti pembangunan tidak merata.	0,05	3	0,15
8. Jumlah penduduk tahun 2012 telah mencapai sekitar 3.821.676 jiwa dengan sebaran yang tidak merata dan kepadatan penduduk 19,55 jiwa/km ² . Jumlah dan sebaran penduduk yang demikian memerlukan sumber energi yang besar sesuai dengan tingkat sosial ekonomi masyarakat.	0,05	4	0,20
Sub Total	0,42		1,44
Total	1		3,27
Selisih Skor			0,39

Sumber: Data primer diolah (2015)

Tabel 2. IFE & EFE Score

Nilai Internal	Nilai Eksternal	Strategi
$S > W (+)$	$O > T (+)$	Berkembang (Agresif)
$S < W (-)$	$O < T (-)$	Bertahan (Defensif)
$S > W (+)$	$O < T (-)$	Diversifikasi (Kompetitif)
$S < W (-)$ 1,54 < 2,07	$O > T (+)$ 1,83 > 1,44	Berbenah Diri (Konservatif)

Sumber: Data primer diolah (2015)



Sumber: Data primer diolah (2015)

Gambar 4. Diagram Analisis SWOT

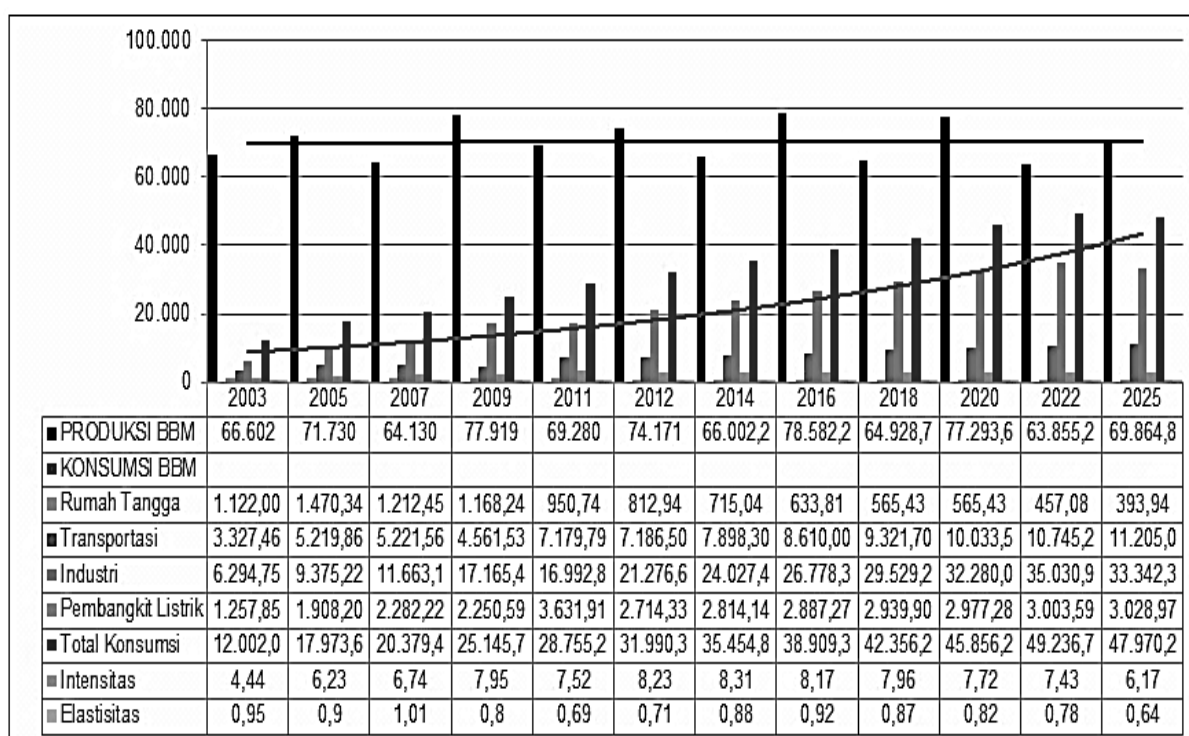
Berdasarkan rangkaian analisis di atas, terlihat bahwa strategi yang harus diterapkan adalah strategi berbenah diri (konservatif), sehingga pada matriks SWOT berada pada kolom strategi W-O dengan alternatif strategi sebagai berikut:

1. Mengembangkan produk energi alternatif (biodiesel, bioethanol, dan biogas) untuk sektor transportasi, rumah tangga, dan industri kecil.
2. Meningkatkan kapasitas produksi energi dengan memanfaatkan teknologi pembuatan *biofuel* dan biogas yang telah dikuasai.

3. Meningkatkan kapasitas produksi energi dengan membangun infrastruktur kilang pemurnian dan jalur distribusi minyak fosil.
4. Penerapan pajak BBM dan pajak karbon untuk peralatan yang masih menggunakan bahan bakar fosil.
5. Mengembangkan Desa Mandiri Energi.
6. Mengusulkan kepada pemerintah pusat untuk melakukan rasionalisasi harga minyak fosil dan memindahkan subsidi minyak fosil untuk pembangunan instalasi kilang *biofuel* dan biogas
7. Mengembangkan teknologi petrokimia berbahan baku campuran *biofuel*.
8. Meningkatkan penelitian dan pengembangan terhadap teknologi pembuatan *biofuel* dan biogas.
9. Meningkatkan efisiensi melalui konservasi energi.

Analisis Proyeksi Kebutuhan Energi Daerah pada Tahun 2025

Proyeksi kebutuhan energi daerah hingga tahun 2025 dilakukan dengan menggunakan peramalan proyeksi tren dengan model *linear*, *quadratic*, *exponential growth*, dan *s-curve trend model* serta model *decomposition* dan *exponential smoothing plot*. Hasil proyeksi tersebut ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini.



Sumber: Data sekunder diolah (2015)

Catatan: Kurs rupiah pada tahun 2012 Rp 9.410,-/USD, tahun 2014 Rp 12.440,-/USD, dan pada tahun 2016-2025 diasumsikan tetap sebesar Rp 14.000,-/USD

Gambar 5. Proyeksi Produksi dan Konsumsi Energi Hingga Tahun 2015

Analisis Ekonomi Pemanfaatan Energi Terbarukan (Biodiesel, Bioethanol, dan Biogas)

Analisis ekonomi pemanfaatan biodiesel dari minyak kelapa sawit ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Analisis ekonomi pemanfaatan bioethanol dari singkong dan/atau nira nipa ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Sedangkan, analisis ekonomi pemanfaatan biogas dari limbah peternakan dan limbah rumah tangga ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 3. Kebutuhan Lahan Produksi Tanaman Kelapa Sawit, Kebutuhan Bahan Baku Pabrik Biodiesel Skala Kecil Kapasitas 30.000 Liter/Bulan (188,67 SBM/Bulan), dan Peluang Penciptaan Lapangan Kerja untuk Memenuhi Kebutuhan Substitusi Minyak Fosil pada Tahun 2025

No.	Uraian	Satuan	Hasil Olah Data
1.	Asumsi Dasar		
a.	Potensi lahan	Juta Ha	3,59
b.	Produktifitas buah sawit	Ton/Ha/Tahun	5,96
c.	Produktifitas biodiesel	Liter/Ton	241
		Liter/Ha/Tahun	1.436
		SBM/Ton	1,52
d.	Tenaga kerja kebun	Orang/Ha	2
e.	Tenaga kerja per unit pabrik	Orang/unit	10
2.	Kebutuhan Lahan dan Tenaga Kerja Hingga Tahun 2025		
a.	Proyeksi kebutuhan minyak tahun 2025	Ribu SBM	47.970,21
b.	Jumlah BBM yang disubstitusi dari biodiesel sebesar 25% (Perhitungan = 25% x point 2.a)	Ribu SBM	11.992,55
c.	Kebutuhan bahan baku BBN (Perhitungan = point 2.b : point 1.c3)	Juta Ton/Tahun	7,89
d.	Kebutuhan lahan (Perhitungan = point 2.c : point 1.b)	Juta Ha	1.32
e.	Penciptaan lapangan kerja untuk kebun (Perhitungan = point 2.d x point 1.d)	Juta Orang	2,64
3.	Kebutuhan Pabrik BBN dan Jumlah Tenaga Kerja Hingga Tahun 2025		
a.	Kebutuhan bahan baku per unit pabrik (Perhitungan = 360.000 liter : point 1.c1)	Ton/Tahun	1.494
b.	Kebutuhan unit pabrik (Perhitungan = point 2.b : point 1.c3 : point 3.a)	Unit	5.281
c.	Penciptaan lapangan kerja untuk pabrik (Perhitungan = point 3.b x point 1.e)	Orang	52.810

Sumber: Armi Susandi dan Firdaus (2007), IPB (2008), Sekretariat Daerah Provinsi Kalimantan Timur (2012),

SNI 7182 (2015), dan data sekunder diolah (2015)

Tabel 4. Biaya Pokok Produksi Biodiesel Kapasitas 30.000 Liter/Bulan

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Unit	Harga/ Unit (Rpx1.000)	Total Biaya/Bulan (Rpx1000)	Keterangan
1.	Biaya Tetap					
a.	Pemasaran	1	Bulan	4.000	4.000	
b.	ATK	1	Bulan	400	400	
c.	R & D	1	Bulan	1.000	1.000	
d.	Telepon	1	Bulan	500	500	
e.	Gaji Manajer	1	Orang	4.500	4.500	
f.	Gaji Staf	1	Orang	1.500	1.500	
	Total biaya tetap				13.600	
2.	Biaya Variabel					
a.	Buah sawit (30.000:210 liter/ton)	142,86	Ton	950	135.660	71,99% dari total biaya produksi
b.	Methanol	2.520	Liter	3,2	8.064	
c.	KOH	277,2	Kg	11,25	3.119	
d.	Solar	102	Liter	9	918	
e.	Listrik, Air	1	Bulan	1.200	1.200	
f.	Gaji tenaga kerja	8	Orang	1.500	12.000	
	Total biaya variabel untuk biodiesel sawit				160.961	
3.	Miscellaneous dan Overhead					

STRATEGI PEMANFAATAN ENERGI; Eduardo Heyko, Zamruddin Hasid, Priyagus

a.	Asuransi dan pajak 2% dari biaya tetap dan variabel	3.491	
b.	Biaya pemeliharaan aset dan pengolahan limbah 2,5% dari biaya tetap dan variabel	4.364	
c.	Nilai penyusutan alat per bulan	6.015	
Total biaya <i>miscelanous</i> dan <i>overhead</i> biodiesel sawit		13.870	
Total biaya operasional		188.431	
Biaya pokok produksi (Rp/liter)		6.281	
Total penjualan per bulan		225.000	
Keuntungan per bulan		36.569	
IRR per bulan (keuntungan : investasi x 100%)		3,92 %	
Periode Balik Modal		25,52 bulan	

Sumber: Data primer dan sekunder diolah (2015)

Catatan:

- Harga bahan baku ditetapkan pada Mei 2013 berdasarkan informasi dari berbagai sumber.
- Diasumsikan seluruh hasil produksi dibeli oleh pemerintah seharga Rp 7.500/liter.

Tabel 5. Kebutuhan Lahan Produksi Tanaman Singkong dan/atau Nira Nipa, Kebutuhan Bahan Baku Pabrik Bioethanol Skala Kecil Kapasitas 30.000 Liter/Bulan (188,67 SBM/Bulan), dan Peluang Penciptaan Lapangan Kerja untuk Memenuhi Kebutuhan Substitusi Minyak Fosil pada Tahun 2025

No.	Uraian	Satuan	Pilihan Sumber	
			Singkong	Nipa
1.	Asumsi Dasar			
a.	Potensi lahan	Juta Ha	2,86	0,066
b.	Produktifitas tanaman (umbi singkong atau nira nipa)	Ton/Ha/Tahun	17,63	-
		Liter/Ha/Tahun	-	29.117
c.	Produktifitas bioethanol	Liter/Ton	227	-
		Liter/m ³	-	140
		Liter/Ha/Tahun	4.002	4.076
		SBM/Ton	1,43	-
		SBM/m ³	-	0,88
d.	Tenaga kerja kebun	Orang/Ha	2	
e.	Tenaga kerja per unit pabrik	Orang/unit	10	
2.	Kebutuhan Lahan dan Tenaga Kerja Hingga Tahun 2025			
a.	Proyeksi kebutuhan minyak tahun 2025	Ribu SBM	47.970,21	
b.	Jumlah BBM yang disubstitusi dari bioethanol sebesar 25% (Perhitungan = 25% x point 2.a)	Ribu SBM	11.992,55	
c.	Kebutuhan bahan baku BBN (Perhitungan = point 2.b : point 1.c4 atau 1.c5)	Juta Ton/Tahun	8,39	-
		Juta Liter/Tahun	-	13,63
d.	Kebutuhan lahan (Perhitungan = point 2.c : point 1.b)	Ribu Ha	475,89	0,468
e.	Penciptaan lapangan kerja untuk kebun (Perhitungan = point 2.d x point 1.d)	Orang	951,78 ribu	936
3.	Kebutuhan Pabrik BBN dan Jumlah Tenaga Kerja Hingga Tahun 2025			
a.	Kebutuhan bahan baku per unit pabrik (Perhitungan = 360.000liter : point 1.c1 atau 1.c2)	Ton/Tahun	1.586	-
		m ³ /Tahun	-	2.571
b.	Kebutuhan unit pabrik (Perhitungan = point 2.b : point 1.c4 atau 1.c5 : point 3.a)	Unit	5.288	5.301
c.	Penciptaan lapangan kerja untuk pabrik (Perhitungan = point 3.b x point 1.e)	Orang	52.880	53.010

Sumber: Armi Susandi dan Firdaus (2007), IPB (2008), Endro Subiandono, *et al.* (2010), Sekretariat Daerah Provinsi Kalimantan Timur (2012), SNI 7390 (2012), dan data sekunder diolah (2015)

Tabel 6. Biaya Pokok Produksi Bioethanol Kapasitas 30.000 Liter/Bulan

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Unit	Harga/Unit (Rpx1.000)	Total Biaya/Bulan (Rpx1000)	Keterangan
1.	Biaya Tetap					
a.	Pemasaran	1	Bulan	4.000	4.000	
b.	ATK	1	Bulan	400	400	
c.	R & D	1	Bulan	1.000	1.000	
d.	Telepon	1	Bulan	500	500	
e.	Gaji Manajer	1	Orang	4.500	4.500	
f.	Gaji Staf	1	Orang	1.500	1.500	
	Total biaya tetap				13.600	
2.	Biaya Variabel					
a.	Singkong basah (30.000:180 liter/ton)	166,67	Ton	900	150.003	71,81% dari total biaya produksi
	Nira nipa (30.000:140 liter/m ²)	214,29	m ²	700	150.003	71,81% dari total biaya produksi
b.	Enzim alfa amilase	49,5	Kg	71	3.514,50	
c.	Enzim beta amilase	30	Kg	77	2.310	
d.	Ragi	114	Kg	75	8.550	
e.	Urea	59	Kg	2,5	147	
f.	NPK	29	Kg	4	116	
g.	LPG tabung 12 kg	50	Tabung	75	3.750	
h.	Listrik, Air	1	Bulan	1.200	1.200	
i.	Gaji tenaga kerja	8	Orang	1.500	12.000	
	Total biaya variabel untuk bioethanol singkong atau nipa				181.591	
3.	Miscellaneous dan Overhead					
a.	Asuransi dan pajak 2% dari biaya tetap dan variabel				3.904	
b.	Biaya pemeliharaan aset dan pengolahan limbah 2,5% dari biaya tetap dan variable				4.880	
c.	Nilai penyusutan alat per bulan				4.920	
	Total biaya miscellaneous dan overhead				13.704	
	Total biaya operasional				208.895	
	Biaya pokok produksi (Rp/liter)				6.963	
	Total penjualan per bulan				225.000	
	Keuntungan per bulan				16.105	
	IRR per bulan (keuntungan : investasi x 100%)				2 %	
	Periode Balik Modal				49,79 bulan	

Sumber: Data primer dan sekunder diolah (2015)

Catatan:

- Harga bahan baku ditetapkan pada Mei 2013 berdasarkan informasi dari berbagai sumber.
- Diasumsikan seluruh hasil produksi dibeli oleh pemerintah seharga Rp 7.500/liter.

Tabel 7. Jumlah Energi dari Limbah Peternakan dan Rumah Tangga untuk Produksi Biogas pada Tahun 2012

No.	Sumber Limbah	Potensi				Jumlah Populasi dalam Satu Tahun	Potensi Limbah	Produksi Gas Methane (Biogas)					
		Produksi Limbah		Kandungan Gas Methane				Ekor atau Jiwa	(Ton/ Tahun)	(Ribu m ³ / Tahun)	(SBM/Tahun)	(Kiloliter Setara Minyak Tanah/ Tahun)	(MWh/Tahun Produksi Listrik)
		Kisaran	Rata-rata	Kisaran	Rata-rata								
1.	Sapi potong	10 - 35	22.5	0.023 - 0.080	0.051	108.648	892.272	2.022,48	7.432	1.254	12.924		
2.	Kerbau	10 - 35	22.5	0.023 - 0.080	0.051	10.057	82.593	187,21	688	116	1.196		
3.	Kuda	*)	-	*)	-	100	-	-	-	-	-		
4.	Kambing/domba	*)	-	*)	-	62.775	-	-	-	-	-		
5.	Babi	1.2 - 3.5	2.35	0.040 - 0.110	0.075	88.154	75.614	2.413,22	8.868	1.496	15.421		
6.	Ayam buras	0.12 - 0.15	0.135	0.065 - 0.126	0.095	6.154.992	303.287	213.424,35	784.292	132.323	1.363.867		
7.	Ayam petelur	0.12 - 0.15	0.135	0.065 - 0.126	0.095	1.587.496	78.224	55.046,42	202.285	34.129	351.769		
8.	Ayam pedaging	0.12 - 0.15	0.135	0.065 - 0.126	0.095	39.474.540	1.945.108	1.368.779,68	5.029.989	848.643	8.747.050		
9.	Itik	0.12 - 0.15	0.135	0.065 - 0.126	0.095	218.479	10.766	7.575,76	27.839	4.697	48.412		
10.	Feces manusia	0.13 - 0.52	0.325	0.020 - 0.054	0.037	3.821.676	453.346	51.611,73	189.663	31.999	329.820		
11.	Urine manusia	1 - 1,25 **)	1.125	0.009 - 0.011	0.010	3.821.676	1.569.276	13.949,12	51.260	8.648	89.140		
		Total					5.410.486	1.715.009,97	6.302.318	1.063.306	10.959.599		

Sumber: Teguh Wikan, *et al.* (2007), Tarigan (2009), Salundik (2010), Dinas Peternakan Provinsi Kalimantan Timur (2012), BPS (2013), dan data sekunder diolah (2015)

Catatan: *) Referensi tidak tersedia

**) Diasumsikan 1 liter urine seberat 1 kg

Tabel 8. Kelayakan Ekonomi Instalasi *Biodigester* dengan Kapasitas Produksi 6m³/Hari untuk Mencukupi Kebutuhan Dua Rumah Tangga

No.	Uraian	Satuan	Total Biaya
1.	Investasi	Rp	18.899.500
2.	Nilai penyusutan alat dan biaya operasional/bulan	Rp	340.975
3.	Nilai penggunaan biogas yang disetarakan dengan minyak tanah		
a.	6 m ³ /hari setara 3,73 liter minyak tanah dengan harga Rp 7.000/liter	Rp	26.110
b.	180 m ³ /bulan setara 111,9 liter minyak tanah dengan harga Rp 7.000/liter	Rp	783.300
c.	2.160 m ³ /tahun setara 1342,8 liter minyak tanah dengan harga Rp 7.000/liter	Rp	9.399.600
4.	Keuntungan dari pemanfaatan biogas (sebagai nilai penghematan jika tidak menggunakan minyak tanah)		
a.	Satu bulan, Rp 783.300 – Rp 340.975	Rp	442.325
b.	Satu tahun, Rp 9.399.600 – Rp 4.091.700	Rp	5.307.900
	Internal Rate Return (IRR) (keuntungan : investasi x 100%)	% per tahun	28,08
	Periode balik modal	tahun	3,56

Sumber: Teguh Wikan (2007), Salundik (2010), dan data primer diolah (2015)

Catatan: Analisis ini tidak memperhitungkan hasil sampingan dalam bentuk pupuk organik padat yang potensinya sebesar 40-60% dari total limbah, dimana harga pupuk organik padat sebesar Rp 700/kg.

Pembahasan dan Implikasi Hasil Penelitian

Jika mengacu pada target pemanfaatan biodiesel pada tahun 2025 sebesar 25% dari kebutuhan bahan bakar minyak, dimana produksi biodiesel dari kelapa sawit mencapai 11.992,55 ribu SBM, maka kebutuhan lahan perkebunan kelapa sawit yang diperlukan seluas 1,32 juta hektar dengan serapan tenaga kerja 2,64 juta orang, dan kebutuhan pabrik biodiesel sebanyak 5.281 unit dengan serapan tenaga kerja 52.810 orang. Berdasarkan Tabel 4 di atas, dapat dilihat bahwa industri biodiesel yang berasal dari kelapa sawit sudah layak diproduksi sebagai pengganti solar non subsidi.

Jika mengacu pada target pemanfaatan bioethanol pada tahun 2025 sebesar 25% dari kebutuhan bahan bakar minyak, dimana produksi bioethanol dari singkong atau nira nipa mencapai 11.992,55 ribu SBM, maka kebutuhan lahan perkebunan singkong seluas 475,89 ribu hektar atau perkebunan nipa seluas 468 hektar dengan serapan tenaga kerja sebanyak 951,78 ribu orang untuk perkebunan singkong atau 936 orang untuk perkebunan nipa. Sementara itu, kebutuhan pabrik bioethanol sebanyak 5.288 hingga 5.301 unit dengan serapan tenaga kerja 52.880 hingga 53.010 orang. Berdasarkan Tabel 6 di atas, dapat dilihat bahwa industri bioethanol, baik yang berasal dari singkong maupun nira nipa, sudah layak diproduksi sebagai pengganti bensin non subsidi.

Sementara itu, jika mengacu pada target pemanfaatan biogas pada tahun 2025 sebesar 100% dari potensinya, maka potensi limbah peternakan dan limbah rumah tangga di Provinsi Kalimantan Timur yang dapat dimanfaatkan mencapai 5.410.486 ton per tahun yang dapat menghasilkan biogas sebesar 1.715.009,97 ribu m³ per tahun atau setara 1.063.306 kiloliter (6.302.318 SBM) minyak tanah per tahun atau setara 10.959.599 MWh produksi listrik per tahun. Potensi ini baru termanfaatkan dalam jumlah sangat kecil sebesar 445 SBM per tahun untuk

keperluan rumah tangga. Jumlah rumah tangga miskin di Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2025 diperkirakan mencapai 38.290 rumah tangga. Jika setiap dua rumah tangga miskin dibantu oleh pemerintah sebanyak satu unit instalasi biogas, maka kebutuhan unit instalasi biogas yang harus dibangun pemerintah untuk memanfaatkan potensi biogas tersebut sebanyak 19.145 unit dengan nilai investasi mencapai Rp 361,83 milyar yang anggarannya dapat diambilkan dari dana kompensasi pada setiap kenaikan harga BBM.

Permasalahan sektor minyak sangat mendasar, dimana untuk membantu mengatasi kelangkaan minyak fosil di masa mendatang, pemerintah daerah harus segera melakukan diversifikasi produksi energi dari sumber energi terbarukan yang potensinya sangat banyak. Oleh karena itu, dengan adanya pembangunan infrastruktur *biofuel* dan biogas, maka akan membantu mengurangi laju pemakaian minyak fosil tersebut. Pemanfaatan energi terbarukan sebagai salah satu program diversifikasi energi sebaiknya dilakukan melalui pendekatan Desa Mandiri Energi (DME) bagi daerah-daerah yang tidak terjangkau oleh infrastruktur energi dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat desa terhadap bahan bakar minyak dalam keperluan sehari-hari. Program DME merupakan alternatif pemecahan masalah penyediaan energi melalui pemanfaatan potensi energi setempat yang dapat mengurangi tingkat kemiskinan, memperkuat ekonomi daerah, dan memperbaiki lingkungan.

Transformasi penggunaan energi dari energi fosil ke *bioenergy* (biodiesel, bioethanol, dan biogas) di Provinsi Kalimantan Timur dilakukan secara bertahap. Pada tahap awal atau jangka pendek (satu tahun), pengalihan penggunaan minyak solar dan bensin premium dengan biodiesel dan bioethanol dilakukan masing-masing sebesar 10% dari total kebutuhan minyak fosil tersebut di provinsi ini, sedangkan pengalihan penggunaan minyak tanah dengan biogas dilakukan dengan memanfaatkan sebesar 30% dari total potensi biogas di provinsi ini. Pada tahap selanjutnya atau jangka menengah (3-5 tahun), pengalihan penggunaan minyak solar dan bensin premium dengan biodiesel dan bioethanol dilakukan masing-masing sebesar 15% dari total kebutuhan minyak fosil tersebut di provinsi ini, sedangkan pengalihan penggunaan minyak tanah dengan biogas dilakukan dengan memanfaatkan sebesar 60% dari total potensi biogas di provinsi ini. Kemudian, pada tahapan jangka panjang (lebih dari lima tahun), pengalihan penggunaan minyak solar dan bensin premium dengan biodiesel dan bioethanol ini diharapkan dapat dilakukan masing-masing sebesar 25% dari total kebutuhan minyak fosil tersebut, sedangkan pengalihan penggunaan minyak tanah dengan biogas dilakukan dengan memanfaatkan sebesar 100% dari total potensi biogas di provinsi ini.

Jika penggunaan energi dari sektor industri dan transportasi dapat dihemat sebesar 50% dari pemanfaatan biodiesel dan bioethanol, maka BBM fosil yang dapat diselamatkan setara dengan 23,99 juta SBM. Jika sektor rumah tangga dan sektor pembangkit listrik dapat menggunakan biogas sebesar 100% dari potensinya, maka BBM fosil yang dapat diselamatkan setara dengan 6,30 juta SBM. Keseluruhan penghematan ini dapat mencapai 30,29 juta SBM (63,14% dari total kebutuhan energi pada tahun 2025 yang sebesar 47,97 juta SBM).

Penghematan energi dari pemanfaatan energi terbarukan yang sebesar 63,14% ini menjadikan Provinsi Kalimantan Timur dapat dikategorikan sebagai daerah mandiri energi.

Sebagai pembanding, sejak tahun 2007 Provinsi Nusa Tenggara Barat sudah mengupayakan kemandirian energi daerah melalui Kebijakan Energi Daerah berdasarkan Keputusan Gubernur Nomor 110 Tahun 2007 tentang Kebijakan Sektor Ketenagalistrikan Daerah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Salah satu sasaran dalam kebijakan ini adalah terwujudnya bauran energi yang seimbang pada tahun 2025. Bauran energi yang ingin dicapai oleh Provinsi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2025 tersebut adalah penggunaan bahan bakar minyak kurang dari 23%, bahan bakar nabati (*biofuel*) lebih dari 9%, batubara lebih dari 28%, energi terbarukan khususnya tenaga air dan panas bumi mencapai 38%, energi terbarukan lainnya yang meliputi angin, surya, dan biomassa mencapai 2%. Desa Mandiri Energi di Provinsi Nusa Tenggara Barat dibangun berbasis pada PLTMH, PLTS-SHS, biogas, dan *biofuel* dari tanaman jarak pagar.

Sementara itu, upaya kemandirian energi daerah di Provinsi Riau sudah lebih awal dilakukan jika dibandingkan dengan provinsi-provinsi lain. Pembangunan pabrik biodiesel di provinsi ini sudah diawali sejak tahun 2003, pembangunan pembangkit listrik tenaga *hybrid* gabungan antara *solar cell* dan generator set dimulai tahun 2008, *solar collector* untuk pertanian dan nelayan dimulai tahun 2010, kajian potensi arus laut dan energi pasang surut di Kabupaten Pelalawan dilaksanakan pada tahun 2011, rekayasa *engineering* dan pengembangan kendaraan roda dua berbahan bakar alternatif dimulai pada tahun 2012, dan pemetaan energi gas biogenik pada formasi aluvial di Kabupaten Kepulauan Meranti dilaksanakan pada tahun 2012 (Tengku Dahril, 2012). Desa Mandiri Energi yang dibangun di Provinsi Riau selama tahun 2012 meliputi Kabupaten Indragiri Hilir, Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Kuantan Singingi, dan Kabupaten Rokan Hulu dengan jumlah 194 desa dari total 1.643 desa dan kelurahan. Sumber energi terbarukan yang dimanfaatkan untuk pengembangan Desa Mandiri Energi meliputi biomassa, PLTS-SHS, PLTMH, PLT-Bayu, dan biodiesel.

Berkaitan dengan pengembangan *biofuel* di negara lain, Brazil telah berhasil memproduksi ethanol dari tebu sejak tahun 1984 dan menggantikan hampir 42% kebutuhan bensin. Bahkan, pada rentang waktu tahun 2013/2014, produksi ethanol tersebut mencapai 27.500 juta liter (UNICA, 2016). Di Brazil, *gasoline* yang digunakan mempunyai campuran bioethanol dengan kadar 18%-27%. Sementara itu, Amerika Serikat berhasil menjual *biogasoline* dengan nama *gasohol* dengan campuran sebesar 10% bioethanol (dari bahan baku jagung) dan 90% *gasoline*. Di Finlandia, *biogasoline* yang digunakan memiliki kadar bioethanol 5% dengan angka oktan 98. Di Jepang, sejak tahun 2005, 3% bioethanol digunakan sebagai campuran *gasoline*. Di Thailand *gasohol* 95 telah dijual sejak tahun 2006. Di Korea, penggunaan biodiesel telah dilakukan sejak tahun 2002 dan diperkirakan konsumsinya meningkat sekitar 0,5% per tahun dengan bahan baku yang digunakan sebesar 77,3% berasal dari kedelai dan sisanya berasal dari *waste oil*. Sedangkan, penggunaan bioethanol di Indonesia

baru dimulai sejak tahun 2007, dimana bioethanol sebanyak 10% dicampur dengan premium dan diberi nama biopremium.

Dengan mempertimbangkan penggunaan biodiesel, bioethanol, dan biogas, serta dengan melakukan penghematan energi yang intensif, maka porsi minyak fosil pada profil bauran energi daerah pada tahun 2025 seperti ditunjukkan pada Tabel 9 dan Gambar 6 di bawah ini.

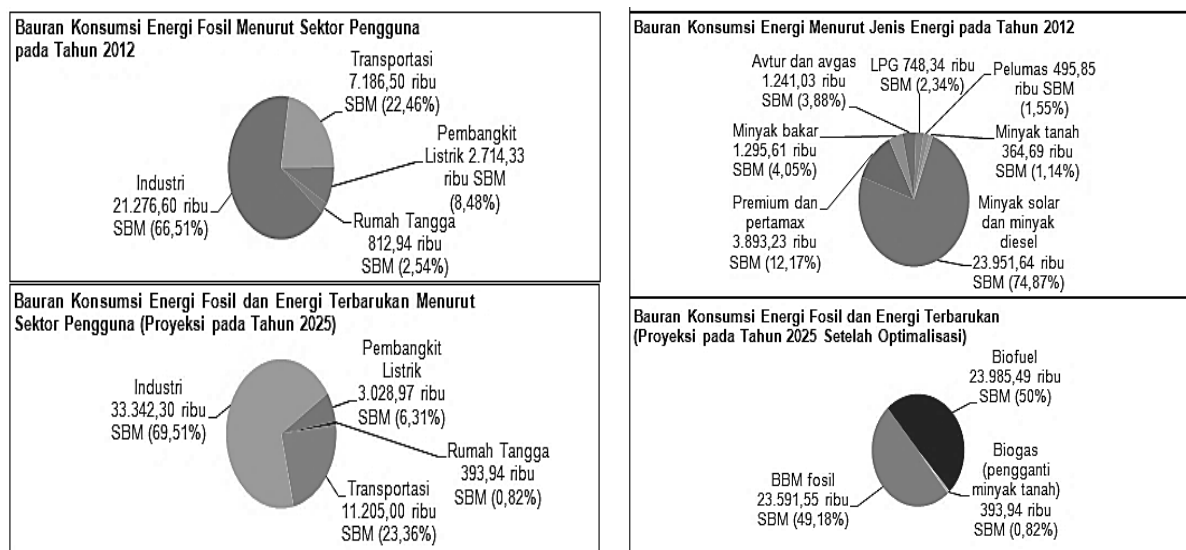
Tabel 9. Kondisi Sosial Ekonomi Energi Daerah pada Tahun 2012 dan 2025

No.	Uraian	Satuan	Nilai Sosial Ekonomi Tahun 2012	Proyeksi Tahun 2025	
				Sebelum Optimalisasi	Setelah Optimalisasi
1.	Sosial Demografi				
a.	Populasi	Jiwa	3.821.676	7.770.395	7.770.395
b.	Jumlah rumah tangga	KK	996.388	1.942.599	1.942.599
c.	Jumlah rumah tangga miskin	KK	61.525	123.938	123.938
2.	Ekonomi Makro				
a.	PDRB nominal	Milyar Rupiah	419.101,62	1.050.899	1.050.899
b.	PDRB nominal per kapita	Juta Rupiah/Tahun	109,66	135,24	135,24
c.	Pendapatan daerah	Milyar Rupiah	11.816,60	47.211	47.211
3.	Produksi Kilang Minyak (BBM)	Ribu SBM	74.171	69.864,80	69.864,80
4.	Konsumsi BBM Sebelum Optimalisasi	Ribu SBM	31.990,37	47.970,21	-
5.	Produksi Energi Setelah Optimalisasi	Ribu SBM	-	-	54.273,29
	Produksi BBM	Ribu SBM	-	-	23.985,49
	Produksi <i>Biofuel</i> untuk Substitusi BBM	Ribu SBM	-	-	23.985,49
	• Substitusi minyak dengan biodiesel	Ribu SBM	-	-	11.992,74
	• Substitusi minyak dengan bioethanol	Ribu SBM	-	-	11.992,74
	Produksi Biogas	Ribu SBM	-	-	6.302,31
6.	Konsumsi BBM Menurut Sektor Pengguna	Ribu SBM	31.990,37	47.970,21	47.970,21
a.	Sektor Industri	Ribu SBM	21.276,60	33.342,30	33.342,3
b.	Sektor Rumah Tangga	Ribu SBM	812,94	393,94	393,94
c.	Sektor Transportasi	Ribu SBM	7.186,50	11.205,0	11.205,0
d.	Sektor Pembangkit Listrik	Ribu SBM	2.714,33	3.063,19	3.063,19
e.	Intensitas energi BBM	SBM/Kapita	8,23	6,17	6,17
f.	Elastisitas energi BBM	SBM/1.000 USD PDRB	0,71*)	0,64**)	0,64**)

Sumber: Data sekunder diolah (2015)

Catatan: *) Kurs Rupiah Rp 9.410,-/USD

**) Kurs Rupiah Rp 14.000,-/USD



Sumber: Data sekunder diolah (2015)

Gambar 6. Bauran Konsumsi Energi BBM Menurut Sektor Pengguna dan Jenis Energi pada Tahun 2012 dan 2025

Korelasi hasil penelitian ini terhadap Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Provinsi Kalimantan Timur 2005-2025 terdapat pada program-program di sektor konservasi energi, penciptaan lapangan kerja, pengentasan kemiskinan, pemberdayaan usaha kecil dan menengah, serta pemberdayaan masyarakat pedalaman/perbatasan. Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian ini sesuai dengan program-program yang dicanangkan dalam RPJPD Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2005-2025.

PENUTUP

Simpulan

1. Pertumbuhan ekonomi Provinsi Kalimantan Timur memerlukan kecukupan energi yang dapat dicapai melalui intensifikasi (penemuan cadangan minyak baru), diversifikasi energi dari sumber energi terbarukan yang berupa biodiesel, bioethanol, dan biogas, serta penambahan infrastruktur kilang pemurnian baru.
2. Jumlah penduduk Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2025 sebesar 7.770.395 jiwa, PDRB sebesar 1.050,90 trilyun rupiah dengan konsumsi energi BBM mencapai 47.970,21 ribu SBM. Intensitas energi BBM sebesar 6,17 SBM per kapita dan elastisitas energi BBM sebesar 0,64 SBM per 1.000 USD PDRB.
3. Jika sebagian kebutuhan BBM pada tahun 2025 dipenuhi dengan mengembangkan dan memanfaatkan energi berbahan nabati masing-masing sebesar 25% dari biodiesel dan 25% dari bioethanol, maka diperlukan lahan perkebunan seluas 1,32 juta hektar kebun sawit untuk memproduksi bahan baku biodiesel dan 475,89 ribu hektar kebun singkong atau 468 hektar kebun nipa untuk memproduksi bahan baku bioethanol. Sektor perkebunan ini akan menciptakan lapangan pekerjaan

bagi 2,64 juta orang untuk perkebunan sawit dan 951,78 ribu orang untuk perkebunan singkong atau 936 orang untuk kebun nipa. Sementara itu, di sektor industri diperlukan sekitar 5.281 unit pabrik penghasil biodiesel dengan jumlah tenaga kerja 52.810 orang serta 5.288 hingga 5.301 unit pabrik penghasil bioethanol dengan jumlah tenaga kerja 52.880 hingga 53.010 orang.

4. Biaya pokok produksi biodiesel dari kelapa sawit sebesar Rp 6.281 per liter sudah layak jika diproduksi untuk menggantikan minyak solar non subsidi. Sementara itu, biaya pokok produksi bioethanol dari singkong atau nipa sebesar Rp 6.963 per liter juga sudah layak menggantikan bensin non subsidi. Namun, semua *biofuel* tersebut belum layak untuk menggantikan minyak fosil yang bersubsidi.
5. Pemanfaatan biogas sebanyak 100% dari potensinya sebagai pengganti minyak tanah bagi rumah tangga miskin dapat membantu 1,46 juta rumah tangga dengan besaran energi fosil yang dapat dihemat sebesar 6.302 ribu SBM. Kebutuhan minyak tanah bagi rumah tangga pada tahun 2025 hanya sebesar 393,94 ribu SBM, sehingga terdapat surplus biogas sebesar 5.908,06 ribu SBM. Penghematan rumah tangga atas pemanfaatan biogas sebagai pengganti minyak tanah senilai Rp 5.307.900 per tahun per rumah tangga.
6. Penggunaan biodiesel, bioethanol, dan biogas dapat menghemat minyak fosil sebesar 30.287,42 ribu SBM per tahun atau sebesar 63,14% dari total kebutuhan energi daerah pada tahun 2025 yang sebesar 47.970,21 ribu SBM. Dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan ini, maka Provinsi Kalimantan Timur dapat disebut sebagai daerah mandiri energi.
7. Pemanfaatan biodiesel dan biogas sebagai pengganti minyak fosil lebih menguntungkan dibandingkan dengan bioethanol, sehingga lebih layak untuk diprioritaskan pengembangannya.
8. Strategi dan program-program pemanfaatan energi terbarukan dalam penelitian ini berkorelasi positif dan sangat mendukung program-program yang dicanangkan dalam RPJPD Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2005-2025.

Saran

1. Program pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan sektor bahan bakar hendaknya difokuskan pada biodiesel, bioethanol, dan biogas.
2. Transformasi dari energi fosil ke biodiesel dan bioethanol hendaknya dilakukan secara bertahap, yaitu masing-masing sebesar 10% dalam jangka pendek, 15% dalam jangka menengah, dan 25% dalam jangka panjang. Selain itu, transformasi ke biogas hendaknya juga dilakukan secara bertahap, yaitu memanfaatkan sebesar 30% dari potensinya dalam jangka pendek, 60% dalam jangka menengah, dan 100% dalam jangka panjang.

3. Pemerintah daerah sebaiknya lebih intens memasyarakatkan program penggunaan teknologi biogas bagi rumah tangga.
4. Pemerintah daerah harus mulai melaksanakan program perluasan lahan perkebunan yang hasil produksinya khusus untuk bahan baku pembuatan biofuel.
5. Pemerintah daerah mendorong peningkatan pengembangan industri peralatan produksi energi terbarukan dalam negeri (peralatan penyulingan biofuel dan biodigester).
6. Memberikan peran yang lebih besar pada investasi kecil dan menengah serta koperasi dalam produksi biodiesel dan bioethanol.
7. Menciptakan lebih banyak Desa Mandiri Energi yang diprioritaskan pada daerah-daerah terpencil yang tidak terjangkau infrastruktur energi.
8. Pembangunan industri biofuel hendaknya dapat dilaksanakan secara terpadu dengan industri hilirnya agar dapat diperoleh nilai tambah yang lebih besar.
9. Pemerintah daerah harus mendorong pemerintah pusat untuk melakukan pengurangan subsidi terhadap minyak fosil dan dilanjutkan dengan memberikan subsidi untuk pembangunan infrastruktur energi terbarukan.
10. Pemerintah pusat, pemerintah daerah, dan para pemangku kepentingan harus melakukan sinergi yang kuat karena Undang-undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi mengamanatkan beberapa hal terkait dengan pemanfaatan energi terbarukan, yaitu pengelolaan energi harus mengutamakan kemampuan nasional, mengutamakan penggunaan teknologi ramah lingkungan, dan menggunakan energi setempat yang bersumber pada energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifa Hifzhan Fathur. "Gas Alam, CNG, LNG, NGL, dan LPG Apa Bedanya". <https://afifa-hifzhan-fathur.blogspot.com/2014/01/gas-alam-cng-lng-ngl-dan-lpg-apa-bedanya.html>, diakses 8 Juni 2015.
- Agus Sugiyono, 2005. *Pemanfaatan Biofuel dalam Penyediaan Energi Nasional Jangka Panjang*. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, BPPT, Jakarta: BPPT Press.
- Aisyah Rahmawati, Desi P., Erni D., dan Putri S. M., 2014. *Operational Planning (Five Force, Urgent Seriousness Growth (USG), Nominal Group Technique (NGT), and Bottom-Up Metode)*. Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Malang.
- Anonim. "Pembangunan Berkelanjutan". <https://id.m.wikipedia.org>, diakses 27 November 2015.
- . "Perencanaan Operasional". <https://zukhrufarisma.wordpress.com>, diakses 6 Desember 2015.
- . "Perencanaan Strategis". <https://id.m.wikipedia.org>, diakses 6 Desember 2015.

- _____. “Peta Petrokimia”.
https://persembahanku.files.wordpress.com/2007/05/peta_petrokimia.jpg, diakses 8 Juni 2015.
- Anthony, Robert N. dan Vijay Govindarajan, 2007. *Management Control Systems*. 12th Edition, Boston: Irwin.
- Armi Susandi dan Yan Firdaus, 2007. *Analisis HPP Biodiesel. Kajian Keekonomian Energi Terbarukan dan Potensi CDM: Studi Kasus Energi Biodiesel dan Energi Angin*. Disampaikan dalam Proceedings Joint Convention di Bali. Science Atmosphere Research Group, ITB, Bandung.
- Asia Pacific Economic Cooperation, 2010. *Biofuel Costs, Technologies and Economics in APEC Economies*. Final Report. APEC working group, 35 Heng Mui Keng Terrace Singapore.
- Askar Jaya, 2004. *Konsep Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development)*. Pengantar Falsafah Sains. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Atik Triwahyuni, Imam Hanafi, dan Bagyo Yanuwiadi. “Strategi Keberlanjutan Pemanfaatan Energi Alternatif Biogas di Desa Argosari Jabung Kabupaten Malang.” *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, Volume 6, Nomor 2, 2015. ISSN 2338-1671.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2009. “Bidang Energi Fosil: Pencairan Batubara Sebagai Bahan Bakar”. Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi. BPPT, www.ptpse.net/fosil.html, diakses 4 Juni 2012.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Kalimantan Timur, 2008. “Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 15 Tahun 2008 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2005-2025”. http://ppd.kaltimprov.go.id/download.php?file=4.%20RPJPD_KALTIM_2005-2025.zip, diakses 20 Desember 2015.
- _____, 2013. “Database Pembangunan Kaltim 2007-2013”. Capaian Pembangunan Kaltim Ver BPS.pdf Tahun 2013. <http://bappedakaltim.com/dokumen-data.html?task=download&cid%5B0%5D=37>, diakses 4 April 2014.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Riau, 2012. “Kebijakan Regional Energi Terbarukan”. Disampaikan dalam Annual Forum Energy and Environment Partnership (EEP) Indonesia Tahun 2012. http://www.eepindonesia.org/regannfor/presentation/dua/Bappeda_ind_30%20Oct.pdf, diakses 18 April 2016.
- Badan Pusat Statistik Kota Samarinda. *Kalimantan Timur Dalam Angka 2002-2012*. ISSN: 0215-2266.
- _____. “Luas Panen, Produktivitas, Produksi Tanaman Ubi Kayu Provinsi Kalimantan Timur”. <http://webbeta.bps.go.id>, diakses 26 Maret 2014.
- Badan Standarisasi Nasional, 2015. “Standar Nasional Indonesia 7182-Biodiesel”. http://sisni.bsn.go.id/ndex.php/?sni_main/sniacu/index/1, diakses 3 Mei 2016.

- , 2012. “Standar Nasional Indonesia 7390-Bioethanol”. <http://ozziapps.com/ebtke/bio-energi/upload/file/Bioetanol.pdf>, diakses 3 Mei 2016.
- Bambang Pramudono, 2007. *Pemberdayaan Energi Alternatif Berbasis Biomassa Sebagai Upaya Mengamankan Pasokan Energi Nasional*. Pidato pengukuhan Guru Besar Teknik Kimia. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Basir Nappu M., 2013. “Sebaran Potensi Limbah Tanaman Padi dan Jagung Serta Pemanfaatannya di Sulawesi Selatan”. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. <http://kalsel.litbang.pertanian.go.id/ind/images/pdf/prosiding/29%20basir.pdf>, diakses 8 Mei 2015.
- Boyd, H. W., Jr., Westfall, R., dan Stasch, S. F., 1989. *Marketing Research: Text and Cases*, Boston: Irwin.
- CASINDO, 2011. “Rencana Aksi Energi Terbarukan Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2010-2025”. Kerjasama antara Fakultas Teknik Universitas Mataram dengan Energy Research Center of the Netherlands yang bernaung di bawah Proyek CASINDO. http://www.casindo.info/%2Ffileadmin%2Fcasindo%2FOutput_and_deliverables%2FD25_WNT_Indonesia-finalreport.pdf, diakses 28 Mei 2014.
- Center for International Forestry Research (CIFOR), 2014. “Oil Palm and Green Economy in Indonesia: Lessons from East Kalimantan”. LEDs Asia Forum, Yogyakarta 10-13 November 2014. http://www.slideshare.net/CIFOR/oil-palm-and-green-economy-in-indonesia-lessons-from-east-kalimantan?qid=03196479-66f9-45ba-b0d7-d2c1155d9220&v=&b=&from_search=3, diakses 16 April 2016.
- Daniel Yergin. “Ensuring Energy Security.” *Foreign Affairs Journal*, Vol. 85, No. 2, April 2006.
- David, F.R., 2009. *Manajemen Strategis: Konsep*. Buku 1, Edisi 12. Pearson Prentice Hall. Terjemahan oleh Dono Sunardi. Jakarta: Salemba Empat.
- Dewan Energi Nasional Republik Indonesia, 2014. “Outlook Energi Indonesia 2014”. <http://energy-indonesia.com/0150130ieo2014.pdf>, diakses 16 April 2016.
- Dewi. “Konsep Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development)”. <https://repository.usu.ac.id>, diakses 27 November 2015.
- Didit Waskito, 2011. *Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi di Kawasan Usaha Peternakan Sapi*. Tesis. Program Magister Teknik Manajemen Energi dan Ketenagalistrikan, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur. “Rekapitulasi Luas Areal, Produksi dan Tenaga Kerja Perkebunan Kelapa Sawit pada Tahun 2000-2012”. <http://perkebunan.kaltimprov.go.id/komoditi-3-kelapa-sawit.html>, diakses 26 Maret 2014.
- Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Timur, 2010. “Data Energi Baru Terbarukan Kaltim 2010”. http://pertambangan.kaltimprov.go.id/index.php?option=com_phocadownload

- ad&view=category&id=5%3Alistrik-dan-pengembangan-energi&Itemid=98&lang=in, diakses 26 Maret 2014.
- _____, 2010. “Data Pengelolaan Energi Terbarukan di Provinsi Kalimantan Timur sampai dengan 2010”. <http://pertambangan.kaltimprov.go.id/component/content/article/49-e-book/108-statistik-pertambangan-dan-energi-2010.html>, diakses 26 Maret 2014.
- _____, 2010. “Data Rasio Listrik Elektrifikasi Kaltim 2010”. <http://pertambangan.kaltimprov.go.id/index.php?option=comphocadownload&view=category&id=5%3Alistrik-dan-pengembangan-energi&Itemid=98&lang=in>, diakses, 26 Maret 2014.
- _____, 2012. “Statistik Pertambangan dan Energi 2010”. <http://pertambangan.kaltimprov.go.id/component/content/article/49-e-book/108-statistik-pertambangan-dan-energi-2010.html>, diakses 28 Maret 2014.
- _____, 2013. “Kebijakan dan Program Pemda Kaltim untuk Menyediakan Akses Energi”. <http://iesr.or.id/files/Akses%20Energi%20-%20Distamben%20Kaltim.pdf>, diakses 28 Maret 2014.
- Dini, 2011. “Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan Kemana Prioritasnya?”. <http://myrainbowdreams.wordpress.com/2011/04/22/ekonomi-sumber-daya-alam-dan-lingkungan-kemana-prioritasnya/>, diakses 26 Juni 2014.
- Dyanza Aria Perdana, 2011. *Kajian Tekno Ekonomi Prototype Perancangan Proses Produksi Bioetanol dari Limbah Tanaman Jagung*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Endang Suarna, 2005. *Prospek dan Tantangan Pemanfaatan Biofuel Sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Minyak di Indonesia*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, BPPT, Jakarta: BPPT Press.
- Endro Subiandono, N. M. Heriyanto, dan Endang Karlina, 2010. “Kajian Potensi NIPAD (*Nypa Fruticans* Thunb) sebagai Energi dari Hutan Mangrove”. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Kehutanan, Bogor. <http://km.ristek.go.id/assets/files/Kehutanan/354%20D/354.pdf>, diakses 25 April 2015.
- Ermi Tety, Sakti Hutabarat, dan Fajar Manggala Putra. “Prospek Komoditas Minyak Kelapa Sawit (CPO) dalam Pengembangan Biodiesel sebagai Alternatif Bahan Bakar di Indonesia.” *Pekbis Jurnal*, Volume 4, Nomor 3, November 2012, hal.152-162.
- Fauzi, A., 2004. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan: Teori dan Aplikasi*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Florian Baumann. “Energy Security as Multidimensional Concept.” *CAP Policy Analicis Journal*, Nomor 1, Maret 2008.
- Heizer, Jay dan Barry Render, 2009. *Manajemen Operasi*. Buku 1, Edisi 9. Pearson Education, Inc. Terjemahan oleh Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Empat.

- Inne Dwiastuti, 2010. *Pengembangan Industri Energi Alternatif: Studi Kasus Industri Bioetanol*. Pusat Penelitian Ekonomi, LIPI, Jakarta: LIPI Press.
- Institut Pertanian Bogor, 2008. *Perspektif Baru Pembangunan untuk Menanggulangi Krisis Pangan dan Energi*. Bogor.
- International Energy Agency (IEA), 2005. "Manual Statistik Energi". 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France. Terjemahan Bahasa Indonesia: Publikasi Energy Statistics Manual © OECD/IEA, <http://www.iea.org/about/copyright.asp>, diakses 17 Februari 2012.
- , 2015. "CO2 Emissions from Fuel Combustion: Highlights 2015". 9 rue de la Fédération 75739 Paris Cedex 15, France. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsFromFuelCombustionHighlights2015.pdf>, diakses 16 April 2016.
- Jumina dan Karna Wijaya, 2010. "Prospek dan Potensi Renewable Energy Resources (RES) di Indonesia". Pusat Studi Energi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. [www.pse.ugm.ac.id/ Prospek-dan-Potensi-Renewable-Energy-Resources \(RES\)-di-Indonesia.html](http://www.pse.ugm.ac.id/Prospek-dan-Potensi-Renewable-Energy-Resources-(RES)-di-Indonesia.html), diakses 12 April 2012.
- Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, 2013. "Kerangka Kebijakan Energi Terbaru". http://www.whypgen.bppt.com/document/doc_download/22-ebtke-kerangka-kebijakan-energi-terbarukan.html, diakses 14 Juni 2014.
- Luluk Sumiarso, 2011. *Kebijakan Energi Baru, Energi Terbarukan, dan Konservasi Energi*. Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral Republik Indonesia.
- Ministry of Energy and Mineral Resources of Republic of Indonesia, 2014. *Handbooks of Energy and Economic Statistics of indonesia*. Pusdatin-ESDM. <http://prokum.esdm.go.id/Publikasi/Handbook%20of%20Energy%20&%20Economic%20Statistics%20of%20Indonesia%2015.pdf>, diakses 16 April 2016.
- Muchammad Arief A., 2016. Pengaruh Produk Domestik Bruto per Kapita terhadap Emisi Karbondioksida di Indonesia pada Periode 1961-2011. *Jurnal Ilmiah, Jurusan Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Brawijaya, Malang*. <http://www.jimfeb.ub.ac.id/index.php/jimfeb/article/viewFile/2584/2341>, diakses 16 April 2016.
- Nina Hermawati, 2012. *Analisis Dampak Ekonomi, Sosial, dan Lingkungan dari Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi Perah: Studi Kasus di Desa Haurngombang, Kecamatan Pamulihan, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat*. Skripsi. Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor.
- Nur Tri Harjanto, 2008. *Dampak Lingkungan Pusat Listrik Tenaga Fosil dan Prospek PLTN sebagai Sumber Energi Listrik Nasional*. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, BATAN. ISSN 1979-2409. No.01/Tahun I, April 2008.
- Panayotou, Theodore, 2003. *Economics Growth and the Environmental*. Harvard University and Cyprus International Institute of Management.

- Pearce, John A. dan Richard B. Robinson, 2008. *Manajemen Strategik: Formulasi, Implementasi, dan Pengendalian*. Jilid I. Terjemahan oleh Yanivi Bachtiar dan Christine. Jakarta: Salemba Empat.
- Rafian Joni, 2012. *Dampak Pengembangan Biodiesel dari Kelapa Sawit terhadap Kemiskinan, Pengangguran, dan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ramli Tarigan, 2009. *Pemanfaatan Biogas Kotoran Ternak Sapi sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara.
- Rendi Sulistio. "Perencanaan Operasional". <https://rendigooners.blogspot.co.id>, diakses 6 Desember 2015.
- Riefqi Muna, Adriana Elisabeth, dan Nanto Sriyanto, 2010. *Strategi Pengelolaan Keamanan Energi Nasional: Perspektif Keamanan Non-Militer*. Tim Kajian Keamanan Energi. Laporan Tahap 2. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Rita Nurmalina Suryana, Tintin Sarianti, dan Feryanto. "Kelayakan Industri Kecil Bioetanol Berbahan Baku Molases di Jawa Tengah." *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, Volume 9, No. 2, Juli 2012, hal.127-136.
- Rizki Firmansyah Setya Budi, Wiku Lulus Widodo, dan Djati H. Salimy, 2014. "Pengelolaan Sumberdaya Energi di Kalimantan untuk Mendukung Kemandirian Energi dan Pertumbuhan Industri". Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir (PKSEN) – BATAN. <https://www.google.co.id>, diakses 5 Mei 2015.
- Salundik, 2010. *Aplikasi Teknologi Biogas dari Kotoran Manusia*. Bidang Ilmu Pengelolaan dan Pengolahan Limbah Peternakan, Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Sari, M., 2015. "Degradasi Lingkungan". <http://repository.usu.ac.id>, diakses 2 Desember 2015.
- Satgas REDD Provinsi Kalimantan Timur, 2012. "Strategi dan Rencana Aksi Provinsi (SRAP) Implementasi REDD+ di Provinsi Kalimantan Timur". http://www.gcftaskforce.org/documents/SRAP_east_kalimantan_2014_ID.pdf, diakses 16 April 2016.
- Sekretariat Daerah Provinsi Kalimantan Timur. "Potensi Perkebunan Kaltim". <http://www.kaltimprov.go.id/kaltim.php?page=potensi&id=19PotensiKebun>, diakses 26 Juni 2014.
- _____. "Potensi Pertambangan Kalimantan Timur". <http://www.kaltimprov.go.id/potensi-5-pertam-bangan-dan-migas.html>, diakses 5 Mei 2015.
- _____. "Potensi Peternakan Kalimantan Timur". <http://www.kaltimprov.go.id/potensi-2-peternakan.html>, diakses 26 Maret 2014.
- _____, 2010. "Statistik Daerah Provinsi Kalimantan Timur 2010". <http://kaltim.bps.go.id/web/publikasi%20lain/statda%202010.pdf>, diakses 26 Maret 2014.

- Siwage Dharma Negara dan Inne Dwiastuti, 2009. *Pengembangan Industri Energi Alternatif: Studi Kasus Industri Biodiesel*. Pusat Penelitian Ekonomi, LIPI, Jakarta: LIPI Press.
- Soemarno, 2012. *Green Economy*. Bahan Kajian Mata Kuliah Ekonomi Sumberdaya Alam. Program Doktor Kajian Lingkungan dan Pembangunan, Program Pascasarjana Universitas Brawijaya, Malang.
- Sutamihardja, 2004. *Perubahan Lingkungan Global*. Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Teguh Wikan Widodo, A. Asari, dan Ana N., 2007. *Biogas dari Kotoran Sapi, Mesin Pengolahan Jarak Pagar, dan Tungku Sekam. Teori dan Konstruksi Instalasi Biogas*. Makalah disajikan dalam Seminar Tanggal 21-25 Mei 2007 di Serpong. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian.
- Tengku Dahril, 2012. *Penelitian dan Pengembangan Teknologi Energi Terbarukan Berdasarkan Sumberdaya Lokal di Provinsi Riau*. Badan Penelitian dan Pengembangan, Pemerintah Provinsi Riau.
- UNICA, 2016. "Brazil: A Leader in Ethanol Production and Use". <http://sugarcane.org/sugarcane-products/ethanol>, diakses 1 Mei 2016.
- Wayan R. Susila dan Ernawati Munadi. "Dampak Pengembangan Biodiesel Berbasis CPO terhadap Kemiskinan di Indonesia." *Jurnal Informatika Pertanian*, Volume 17, Nomor 2, 2008, hal.1173-1194.
- Wijajono Partowidagdo, Dicky E.H., Asclepias R.S.I., dan Arsegianto, 2000. *Agenda 21 Sektor Energi: Meningkatkan Kualitas Hidup Manusia Indonesia Melalui Pembangunan Sektor Energi yang Berkelanjutan*.
- Winda Rosyida Faza, Christia Meidiana, dan Ismu Rini Dwi Ari. "Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi Berdasarkan Alternatif Distribusi Potensi Biogas Desa Pudak Wetan, Kabupaten Ponorogo." *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, Volume 5, Nomor 2, Desember 2013.