

ANALISIS BIAYA DAN MANFAAT PELET KAYU ECENG GONDOK SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF DALAM RANGKA PENINGKATAN KETAHANAN ENERGI

COST AND BENEFITS ANALYSIS OF HYACINTH WOOD PELLETS AS ALTERNATIVE ENERGY IN ORDER TO IMPROVE ENERGY SECURITY

Nomaridha Genissa¹, Mohamad Sidik Boedoyo², Donny Yoesgiantoro³

Fakultas Manajemen Pertahanan

Universitas Pertahanan

(nomaridha.genissa@idu.ac.id)

Abstrak – Adanya permasalahan pertumbuhan gulma eceng gondok di Danau Rawa Pening melatarbelakangi PT Sido Muncul mengembangkan energi terbarukan berupa pelet kayu eceng gondok sebagai salah satu solusi dalam membersihkan danau tersebut. Hal ini pun dapat mendukung pencapaian target Kebijakan Energi Nasional yaitu penggunaan energi terbarukan 23% dari bauran energi nasional tahun 2025 serta implementasi Rencana Pemerintah Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019 yang menyebutkan adanya 15 danau yang menjadi prioritas untuk direvitalisasi. Untuk itu, penelitian kualitatif ini dilakukan menggunakan metode kombinasi guna mengetahui potensi eceng gondok di Danau Rawa Pening, analisis biaya dan manfaat dari produksi pelet eceng gondok, serta pengaruhnya terhadap peningkatan ketahanan energi. Dengan potensi biomasa yang tersedia di Danau Rawa Pening 82.977 ton/tahun, dapat menghasilkan pelet kayu (*wood pellet*) sebanyak 14.935.860 kilogram per tahun. Biaya investasi pada produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok dengan kapasitas mesin pelet 2 ton/jam adalah Rp 10.300.000.000,- dengan biaya operasional sebesar Rp 5.279.096.553,- setiap tahunnya, *net present value* (NPV) sebesar Rp 18.681.772.580,- di tahun ke 10 dengan *Internal Rate of Return* (IRR) 45,17% dimana IRR lebih besar dari suku bunga pinjaman yang digunakan yaitu 10,25%. *Payback Period* dari produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok adalah 2 tahun 1 bulan dan *Benefit Cost Ratio* sebesar 1,9. Oleh karena itu Pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok merupakan salah satu dari energi terbarukan yang bisa dijadikan bahan bakar alternatif yang memenuhi kriteria 4A 1S dalam rangka meningkatkan ketahanan energi.

Kata kunci: biaya, eceng gondok, energi, manfaat, pelet kayu

Abstract – The existence of the problem of weeds growth of water hyacinth in Rawa Pening Lake is reason behind PT Sido Muncul to develop renewable energy in the form of hyacinth wood pellet as one solution in cleaning the lake. It also supports the achievement of Kebijakan Energi Nasional, the use of renewable energy as much 23% from the national energy mix in 2025 and also as the implementation of Rencana Pemerintah Jangka Menengah Nasional

¹ Nomaridha Genissa, S.Pd. Mahasiswa Program Studi Keamanan Energi Universitas Pertahanan

² Prof. Ir. Mohamad Sidik Boedoyo M.Eng, Dosen Universitas Pertahanan Program Studi Keamanan Energi

³ Dr. Ir. Donny Yoesgiantoro, M.M.,MPA Dosen Universitas Pertahanan Program Studi Keamanan Energi

(RPJMN) 2015-2019 which mentions 15 priority lakes to be revitalized. Therefore, this qualitative research is conducted using combination method to know the potency of hyacinth in Rawa Pening Lake, cost and benefit analysis from the production of hyacinth wood pellet, and its effect to improve the energy security. With the available biomass potential in Rawa Pening Lake 82,977 tons / year, it can produce 14,935,860 kilograms of wood pellets per year. The investment cost for the production of wood pellets with the capacity of 2 ton / hour pellet machine is Rp 10.300.000.000, - with operational cost of Rp 5,279,096,553, - per year, net present value (NPV) of Rp 18,681. 772,580, - in the 10th year with Internal Rate of Return (IRR) 45.17% where IRR is greater than the interest rate used is 10.25%. Payback Period from wood pellet production is 2 years 1 month and Benefit Cost Ratio is 1.9. Therefore hyacinth wood pellets is one of renewable energy that can be used as alternative fuel that meets the criteria of 4A 1S in order to improve energy security.

Keywords: benefits, cost, energy, hyacinth, wood pellet

Pendahuluan

Salah satu ancaman non-militer berdimensi keselamatan umum yang menjadi isu strategis yang sangat penting untuk diselesaikan adalah pengelolaan ekosistem danau. Seperti yang tertuang dalam Kesepakatan Bali antara 9 menteri sebagai hasil dari Konferensi Nasional Danau Indonesia I tahun 2009 tentang Pengelolaan Danau Berkelanjutan dalam mengantisipasi perubahan iklim global, pemerintah sepakat untuk mempertahankan, melestarikan dan memulihkan fungsi danau berdasarkan prinsip keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungannya. Dalam Rencana Pemerintah Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019 terdapat 15 danau yang menjadi prioritas untuk segera

ditangani karena terindikasi mengalami kerusakan, salah satu diantaranya adalah Danau Rawa Pening yang diketahui pada bulan Juni 2015 memiliki area yang ditutupi oleh eceng gondok sekitar 6,84 km² dari total 16,27 km² luas permukaan danau Rawa Pening atau 42% dari luas danau tersebut.

Tertutupnya permukaan danau oleh tumbuhan eceng gondok diakibatkan oleh tidak terkontrolnya pertumbuhan (*blooming*) eceng gondok. Hal ini kemudian mengakibatkan terakumulasinya seresah/ busukan eceng gondok di dasar perairan dan terperangkapnya sedimen di akar tanaman sehingga mempercepat pendangkalan danau. Selain itu tertutupnya permukaan air menyebabkan berkurangnya jenis binatang air serta

biota yang ada di ekosistem danau tersebut. Hal ini tentu mempengaruhi kehidupan masyarakat sekitar yang banyak memanfaatkan sumber daya danau tersebut dalam keseharian mereka. Hal ini lah yang melatarbelakangi PT Sido Muncul mengembangkan energi terbarukan berupa pelet kayu (*wood pellet*) yang terbuat dari eceng gondok guna mengurangi populasi gulma tersebut di permukaan Danau Rawa Pening. Dengan memanfaatkan eceng gondok menjadi energi terbarukan seperti pelet kayu, selain menjadi solusi dalam pengelolaan danau berkelanjutan hal ini juga dapat mendorong realisasi target penggunaan energi terbarukan sebesar 23% di tahun 2025 dalam bauran energi nasional yang ditetapkan pada Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Adanya pengembangan *wood pellet* eceng gondok diharapkan dapat meningkatkan ketahanan energi ditinjau dari 4A1S. Dengan karakteristik eceng gondok yang cepat berkembang, maka produksi dari pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok akan berkesinambungan sehingga menjamin ketersediaan (*availability*) akan energi terbarukan di wilayah sekitar Rawa Pening. Keterjangkauan (*affordability*)

masyarakat untuk mendapatkan *wood pellet* eceng gondok juga diharapkan sesuai dengan daya beli mereka, mengingat dengan adanya produksi pelet kayu (*wood pellet*) masyarakat mendapatkan tambahan penghasilan dari penjualan eceng gondok basah. Dengan adanya pengembangan pelet kayu (*wood pellet*) akan menginisiasi berbagai stakeholder termasuk pemerintah dalam penyediaan akses (*accessability*) untuk mendapatkan energi terbarukan berupa pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok yang akan diproduksi di wilayah Danau Rawa Pening. Pelet kayu (*wood pellet*) juga dianggap tidak menyebabkan polusi serta dengan adanya produksi pelet kayu eceng gondok dapat menambah penghasilan warga sekitar sehingga lebih bisa diterima (*acceptabilty*) oleh masyarakat. Selain itu Danau Rawa Pening dapat terselamatkan dari ancaman kerusakan serta memulihkan ekosistem dengan adanya zonasi pertumbuhan eceng gondok sebagai program yang berkelanjutan (*sustainability*).

Produksi pelet kayu eceng gondok sebagai salah satu solusi yang dapat diterapkan bagi danau kritis yang tentunya juga akan mendorong

penggunaan energi terbarukan dalam pemenuhan energi bagi masyarakat Indonesia. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini kemudian disusun dengan judul “Analisis Biaya dan Manfaat Pelet Kayu Eceng Gondok Sebagai Energi Alternatif dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Energi” yang bertujuan:

1. Menganalisa besar potensi wood pellet yang dapat dihasilkan dari eceng gondok yang ada di Danau Rawa Pening.
2. Mengetahui biaya dan manfaat dari wood pellet eceng gondok sebagai sumber bahan bakar (biomassa) energi baru dan terbarukan.
3. Menganalisa apakah pemanfaatan wood pellet eceng gondok sebagai energi alternatif dapat dijadikan solusi bagi permasalahan danau Rawa Pening serta peningkatan ketahanan energi.

Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan desain penelitian berupa kombinasi yang menggabungkan antara metode kuantitatif dan metode kualitatif. Dimana penggunaan metode kuantitatif dan metode kualitatif

dicampur secara seimbang (50% metode kualitatif dan 50% metode kuantitatif). Dimana metode kuantitatif yang digunakan adalah Analisis Biaya Manfaat dan metode kualitatif yang digunakan adalah studi kasus yang datanya didapatkan dari wawancara mendalam, studi literatur dan juga observasi langsung. Analisis manfaat dan biaya merupakan alat bantu untuk membuat keputusan dengan mempertimbangkan keuntungan dan kesejahteraan untuk perusahaan maupun masyarakat. Ada dua pihak yang akan dijadikan objek pengukuran yaitu pertama, pihak industri (Sido Muncul) yang memanfaatkan wood pellet dan instansi pemerintah yang berkepentingan dalam pengembangan energi alternatif guna meningkatkan ketahanan energi serta pengelolaan danau berkelanjutan yang akan berperan dalam pengembangan analisis serta rekomendasi. Kedua, masyarakat lingkungan Danau Rawa Pening yang merasakan dampak dari keberadaan eceng gondok yang dijadikan sebagai bahan baku wood pellet sebagai pengembangan analisis dari biaya dan manfaat serta pengumpulan data. Untuk menganalisa potensi pengembangan dan

pemanfaatan wood pellet eceng gondok dan kaitannya dengan peningkatan Ketahanan Energi, maka digunakan metode analisis kualitatif. Dimana data hasil wawancara stake holder terkait kondisi ketahanan energi di wilayah sekitar Danau Rawa Pening akan dideskripsikan dan diambil kesimpulannya. Menurut Miles dan Huberman, terdapat tiga teknik analisis data kualitatif yaitu reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.

Pembahasan

Pada penelitian ini, analisa dilakukan terhadap Biaya dan juga Manfaat dari produksi pelet kayu eceng gondok yang dilakukan oleh PT Sido Muncul. Selain itu, penelitian ini juga menghitung asumsi dari besaran potensi biomassa dari eceng gondok yang ada di permukaan Danau Rawa Pening apabila diproduksi menjadi pelet kayu (*wood pellet*). Setelah itu fakta mengenai adanya pengembangan energi terbarukan berupa pelet kayu eceng gondok ini dihubungkan dengan 4A 1 S guna mengidentifikasi pengaruhnya terhadap peningkatan ketahanan energi.

Potensi pelet kayu (*wood pellet*) yang dapat dihasilkan dari eceng gondok yang ada di Danau Rawa Pening

Dengan skenario tutupan eceng gondok maksimal 20% atau sekitar 3,25 km², tutupan eceng gondok yang ada di permukaan danau Rawa Pening akan menjadi potensi biomassa sebesar 82.977 ton/tahun (Waddell, 2017).

Dengan potensi eceng gondok segar sebanyak 82.977 ton per tahunnya, maka pelet kayu (*wood pellet*) yang dapat diproduksi adalah 14.935,86 ton atau 14.935.860 kilogram per tahun. Dengan nilai kalor dari pelet kayu eceng gondok sebesar 4.000 kkal/kg, maka jumlah potensi pelet eceng gondok tersebut dapat mensubstitusi bahan bakar konvensional CNG dengan nilai kalor 9.000 kkal/m³ adalah 6.634.190 m³ atau 4.756.714 kilogram per tahun. Serta jumlah LPG dengan nilai kalor 11.000 kkal/kg yang dapat disubstitusi adalah 5.431.222 kilogram per tahun.

Analisis biaya dan manfaat dari produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok

Biaya

Besarnya biaya pada produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok merupakan kumulatif dari keseluruhan pengeluaran pihak Sido Muncul dalam memanfaatkan eceng gondok dari Danau Rawa Pening sebagai bahan bakunya. Dalam perhitungan biaya ini terdapat dua

macam biaya yaitu biaya investasi dan biaya operasional. Dimana biaya investasi merupakan total pengeluaran awal (tahun 0) sebelum berproduksi dan biaya operasional dimulai dari tahun pertama produksi pelet kayu hingga tahun selanjutnya. Biaya Investasi terdiri dari biaya pembelian mesin screw press 10 ton/jam, biaya pengadaan 1 set mesin pelet kapasitas 2 ton/jam, biaya pemasangan listrik 345 KVA, biaya

pemasangan instalansi kabel power serta biaya pengadaan tanah dan bangunan. Sedangkan biaya operasional terdiri dari biaya tenaga kerja, biaya angkut, biaya produksi dan biaya overhead sebesar 5% sebagai biaya untuk hal-hal yang tak terduga. Pada Tabel 4.4 di bawah ini terdapat daftar biaya investasi dan biaya operasional per tahun disertai dengan nominalnya.

Tabel 4.4 Biaya Investasi dan Biaya Operasional

Biaya Investasi	
Biaya pembelian mesin screw press 10 ton/jam	Rp 400.000.000
Biaya pengadaan 1 set mesin pelet kapasitas 2 ton/jam	Rp 4.800.000.000
Biaya pemasangan listrik 345 KVA	Rp 3.000.000.000
Biaya pemasangan instalansi kabel power	Rp 100.000.000
Biaya pengadaan tanah dan bangunan	Rp 2.000.000.000
Total	Rp 10.300.000.000
Biaya Operasional	
Biaya Tenaga Kerja	Rp 1.779.403.077
Biaya Angkut	Rp 1.416.950.857
Biaya Produksi	Rp 1.831.357.069
Biaya Overhead (5% operasional)	Rp 251.385.550
Total	Rp 5.279.096.553

Manfaat

Nilai Jual Pelet Eceng Gondok

Manfaat dari adanya proyek pengembangan pelet eceng gondok oleh Sido Muncul salah satunya adalah asumsi apabila pelet eceng gondok tersebut dijual sebagai bahan bakar. Dimana harga jual pelet kayu (*wood pellet*) di pasaran saat ini adalah Rp 1.600,- per kilogramnya. Dengan kapasitas produksi mesin pelet 2 ton per

jam, Sido Muncul dapat memproduksi pelet eceng gondok sebanyak 21.600 kilogram dalam sehari. Pemasukan (*Revenue*) didapat ketika harga jual dikalikan dengan kemampuan produksi pelet eceng gondok sebagai pendapatan kotor. Kemudian hasil perhitungan pendapatan kotor tersebut dikurangi dengan biaya (*total cost*) dan pajak sebagai arus kas (*Cash Flow*).

Tabel 4.5 Pendapatan Produksi Pelet Eceng Gondok dalam 1 Tahun

Produksi Pelet	Rp	6.307.200
Harga Jual Pelet / kg	Rp	1.600
Revenue		Rp 10.091.520.000
Total cost	Rp	5.279.096.553
Pajak	Rp	45.000.000
	Rp	5.324.096.553
Cash Flow		Rp 4.767.423.447

(analisa peneliti, 2017)

Dalam perhitungan pendapatan produksi pelet eceng gondok ini, diasumsikan bahwa jumlah produksinya tetap, tidak meningkat maupun menurun sehingga pemasukan (*revenue*) akan bernilai sama setiap tahunnya yaitu Rp 10.091.520.000,-. Demikian pula dengan arus kas (*cash flow*) yang dikurangi dengan besaran pajak dan biaya yang

sama setiap tahunnya yaitu Rp 4.767.423.447,-

Efisiensi Pelet Eceng Gondok Pada Boiler

Efisiensi merupakan penggunaan sumber daya secara minimum guna pencapaian hasil yang optimum dengan membandingkan antara masukan dan keluarannya. Efisiensi energi penggunaan pelet eceng gondok dihitung dari biaya

yang diperlukan dalam penggunaannya sebagai bahan bakar. Penggunaan pelet eceng gondok di Pabrik Sido Muncul adalah sebagai bahan bakar (alternatif) boiler yang juga menggunakan CNG sebagai bahan bakar utama. Perbandingan kuantitas penggunaan bahan bakar antara CNG dengan Pelet eceng gondok adalah 1 m³ CNG setara dengan 6,27 kg Pelet eceng gondok. Walaupun dengan pelet eceng gondok memerlukan kuantitas yang lebih banyak sebagai bahan bakar, namun biaya yang

dikeluarkan untuk memanaskan air 1 m³ dengan pelet eceng gondok jauh lebih murah dibandingkan dengan CNG. Berikut adalah rincian kebutuhan bahan bakar boiler untuk memanaskan 1 m³ air beserta biayanya:

- Biaya bahan bakar boiler / m³ CNG = Rp 7.300,-
- Biaya bahan bakar boiler / kg pelet eceng gondok = Rp 520,-
- 1 m³ CNG = 6,27 kg pelet eceng gondok

Tabel 4.6 Efisiensi Pelet Eceng Gondok

Konsumsi Bahan Bakar Boiler per m ³ Air		
CNG	28 m ³	
Pelet Eceng Gondok	175,6 kg	
Biaya Bahan Bakar Boiler per m ³ Air		
CNG	28 x Rp 7.300,-	= Rp 204.400,-
Pelet Eceng Gondok	175,6 x Rp 520,-	= Rp 91.340,-
Efisiensi biaya per m³ air		Rp 113.060,-

(analisa peneliti, 2017)

Penghematan Biaya dengan Substitusi Bahan Bakar

Penghematan biaya juga bisa didapatkan ketika mensubstitusi CNG dengan pelet kayu eceng gondok sesuai dengan

kemampuan produksi pelet eceng gondok dalam setahun. Dengan asumsi kapasitas produksi pelet eceng gondok maksimal dalam setahun adalah

6.307.200 kg, maka CNG yang dapat disubstitusi sebanyak 721.253 kg.

Dengan mensubstitusi bahan bakar konvensional CNG dengan pelet eceng gondok dalam 1 tahun, maka total penghematan yang bisa dilakukan adalah Rp 130.308.232,- per tahunnya. Nominal penghematan tersebut didapatkan dari jumlah CNG dikalikan dengan harga bahan bakar tersebut di pasaran kemudian dikurangi total biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi pelet eceng gondok. Dengan adanya biaya investasi dan operasional, penggunaan pelet eceng gondok akan memakan biaya sebesar Rp 5.279.096.553,- per tahunnya. Biaya tersebut lebih rendah apabila dibandingkan dengan biaya penggunaan CNG yang harga pasarannya berkisar Rp 7.500,- per kilogramnya. Untuk penggunaan CNG dengan jumlah yang setara dengan produksi pelet eceng gondok, diperlukan biaya sebesar Rp 5.409.404.785,-.

Terdapat 3 boiler yang bisa menggunakan pelet eceng gondok sebagai bahan bakarnya di Pabrik Sido Muncul. Masing-masing boiler ini membutuhkan 15 ton pelet kayu (*wood pellet*) setiap harinya apabila difungsikan secara maksimal. Sehingga dengan

kapasitas produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok yang ada sekarang, Pabrik Sido Muncul mampu memenuhi kebutuhan bahan bakar untuk lebih dari 1 boiler.

Pengurangan Emisi

Penggunaan pelet kayu sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil menghasilkan emisi lebih rendah dibandingkan dengan batu bara, minyak tanah dan gas. Emisi CO₂ dari pelet kayu sekitar sepuluh kali lebih rendah dibandingkan dengan batu bara dan bahan bakar minyak, serta delapan kali lebih rendah daripada gas. Selain emisi CO₂ yang dikeluarkan dari hasil pembakarannya rendah, juga berasal dari bahan baku terbarukan yang bersifat *carbon neutral*. Pelet kayu dapat disebut sebagai *carbon neutral* karena dianggap tidak menambah emisi CO₂ ke atmosfer. Semasa pertumbuhan, pohon ini telah menyerap CO₂ dengan jumlah yang diserap dapat lebih besar daripada yang dilepaskan, bahkan bisa menjadi karbon negatif.

Diketahui pelet kayu (*wood pellet*) yang menghasilkan emisi CO₂ sebesar 300 kg per tahun harus diserap oleh 2 pohon dan LPG yang menghasilkan emisi CO₂ sebesar 6.460 kg per tahun dapat diserap

oleh 33 pohon serta emisi CO² CNG 5.400 kg per tahun akan dapat diserap oleh 28 pohon.

Apabila diasumsikan produksi di pabrik Sido Muncul dapat menghasilkan pelet kayu (wood pellet) dengan kapasitas maksimal, maka sebanyak 6.307.200 kg pelet kayu (wood pellet) bisa digunakan untuk menggantikan energi konvensional yaitu CNG sebesar 721.253 kg.

1 kg CNG terdiri dari 61,4% karbon atau 614 gram karbon per kilogram CNG. Untuk membakar karbon ini menjadi CO², dibutuhkan 1.638 gram oksigen sehingga dapat disimpulkan bahwa besaran emisi yang akan dihasilkan CNG adalah $614 + 1.638 = 2.252$ gram CO² per kilogram CNG (Ecoscore.be, 2018). Artinya penggunaan CNG sebanyak 721.253 kilogram akan menghasilkan emisi CO² sebanyak 1.624 ton dan membutuhkan 8.422 pohon untuk penyerapan emisi tersebut. Sedangkan pelet kayu (wood pellet) yang diketahui menghasilkan emisi delapan kali lebih rendah dari gas akan menghasilkan 203 ton CO² dari penggunaannya sebanyak 6.307.200 kilogram serta membutuhkan 1.353 pohon untuk penyerapan emisi CO². Dengan adanya substitusi CNG dengan pelet kayu (wood

pellet) ini, Sido Muncul akan dapat mereduksi penanaman pohon sebanyak 7.068 pohon per tahun.

Perbaikan Ekosistem Danau Rawa Pening

Dengan adanya pengembangan pelet kayu (wood pellet) yang terbuat dari eceng gondok, diharapkan dapat menjadi salah satu solusi yang efektif dalam menanggulangi *blooming* eceng gondok. Apabila pertumbuhan gulma eceng gondok dapat dikendalikan, maka kualitas ekosistem Danau Rawa Pening dapat diperbaiki serta pendangkalan danau dapat berkurang. Ketika ekosistem Danau Rawa Pening kembali membaik maka biota yang ada di danau tersebut akan dapat berkembang biak dengan sebagaimana mestinya.

Untuk melihat bagaimana perubahan kualitas lingkungan di Danau Rawa Pening, peneliti melakukan observasi pada hasil tangkapan ikan para nelayan di danau tersebut dengan asumsi bahwa ikan akan berkembang biak lebih banyak ketika lingkungan perairan danau dalam keadaan baik. Namun sebaliknya, ketika degradasi lingkungan akibat gulma eceng gondok terjadi maka ikan tidak akan berkembang biak dengan baik. Hal ini dapat terlihat dari hasil tangkapan ikan

para nelayan yang terus menurun dari tahun ke tahun.

Berdasarkan wawancara dengan Ketua Kelompok Nelayan desa setempat, diketahui bahwa ketika sekitar tahun 1990-an sebelum permukaan Danau Rawa Pening ditutupi eceng gondok, para nelayan bisa menangkap ikan sebanyak 5 hingga 10 kilogram setiap harinya. Namun saat ini nelayan hanya mampu menangkap ikan maksimal 5 kilogram saja dengan harga per kilogram ikannya Rp 15.000,-. Dibandingkan dengan pendapatan mereka apabila mengumpulkan eceng gondok mentah yang hanya dihargai 25.000 per ikatnya (75 kilogram), penjualan ikan akan jauh lebih menguntungkan nelayan.

Penurunan hasil tangkapan ikan di Danau Rawa Pening sekitar 100% akibat permukaan danau ditutupi gulma eceng gondok. Apabila saat kondisi lingkungan perairan danau Rawa Pening normal seperti sebelum ditutupi eceng gondok, maka tangkapan ikan maksimal sebanyak 10 kilogram atau senilai Rp 150.000,- per hari. Namun setelah kondisi lingkungan perairan danau Rawa Pening terdegradasi, kini tangkapan maksimal

ikan menjadi 5 kilogram per harinya atau senilai Rp 75.000,-. Maka besarnya kerugian akibat lingkungan perairan danau yang terdegradasi adalah $Rp\ 150.000 - Rp\ 75.000 = Rp\ 75.000,-$ per hari.

Analisis NPV, IRR, Payback Period

Salah satu cara untuk melihat kelayakan produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok adalah dengan menyusun arus kas (*cash flow*) yang terdiri dari pendapatan dan juga pengeluaran seperti pada tabel 4.7. Terlihat pada tabel 4.7 bahwa investasi dilakukan pada tahun ke 0 dan produksi mulai dilakukan pada tahun ke 1. Setiap tahun kapasitas produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok akan sama sehingga jumlah pendapatan dan pengeluaran biayanya pun akan tetap sama setiap tahun. Biaya operasional yang dibutuhkan pada produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok adalah Rp 5.279.096.553,- dimulai di tahun pertama hingga tahun produksi selanjutnya dan besarnya pendapatan setiap tahunnya adalah Rp 10.091.520.000,- sehingga didapat arus kas sebesar Rp 4.767.423.447,-

Tabel 4.7 Kriteria Investasi Produksi Pelet Kayu Eceng Gondok

Uraian	Analisis Ekonomi	Keterangan
B/C	1,9	Layak
NPV	Rp 18.681.772.580,-	Layak
IRR	45,17%	Layak
Payback Period	2,16	Jangka Pengembalian Investasi

(analisa peneliti, 2018)

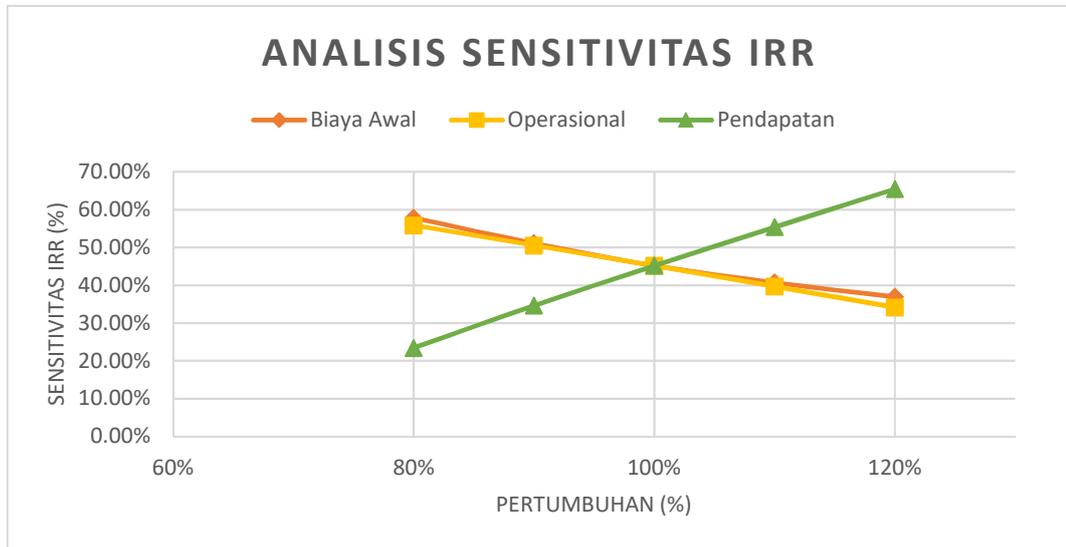
Pada tabel 4.7 Kriteria Investasi Produksi Pelet Kayu Eceng Gondok di atas terlihat bahwa *net present value* (NPV) dari produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok sebesar Rp 18.681.772.580,- di tahun ke 10 dengan *Internal Rate of Return* (IRR) 45,17%. Hal ini menunjukkan bahwa project produksi produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok layak untuk dilakukan dimana IRR lebih besar dari suku bunga pinjaman yang digunakan yaitu 10,25%. Tahun kembali modal atau *Payback Period* dari produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok adalah 2 tahun 1 bulan dan *Benefit Cost Ratio* sebesar 1,9 menunjukkan bahwa produksi pelet kayu eceng gondok layak untuk dijalankan secara keekonomian.

Analisis Sensitivitas

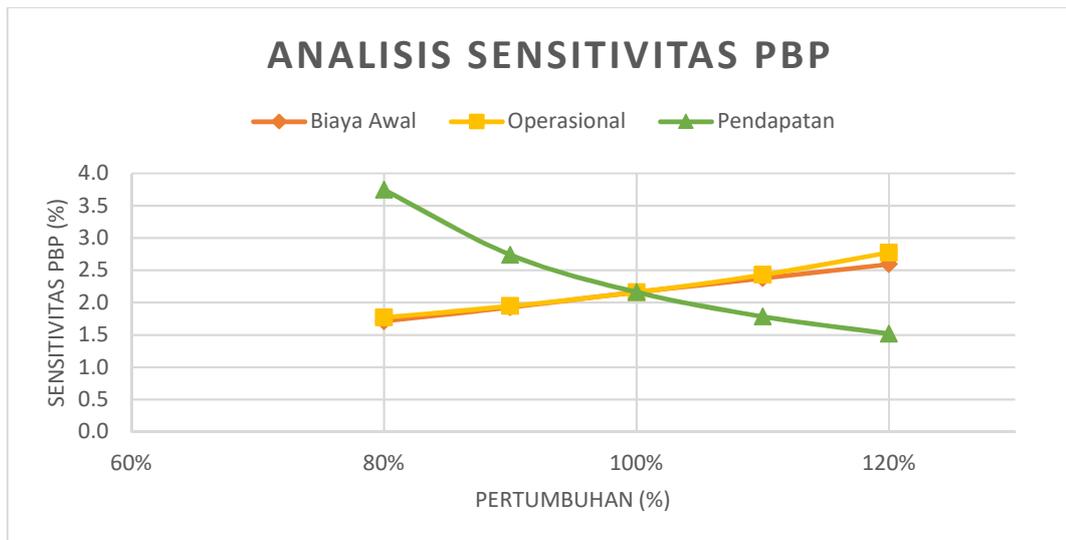
Analisis sensitivitas pada produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok dilakukan dengan membuat simulasi apabila nilai investasi, biaya operasional serta pendapatan mengalami peningkatan atau penurunan dengan rentang 80%, 90%, 100%, 110%, dan 120%. Hasil simulasi sensitivitas pada grafik 4.8 dibawah ini menunjukkan seberapa besar pengaruh 3 faktor (nilai investasi, biaya operasional dan pendapatan) dalam mempengaruhi besaran *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period* dari produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok. Terlihat pada grafik bahwa nilai pendapatan merupakan yang paling sensitif terhadap perubahan IRR, lalu biaya operasional dan kemudian nilai investasi. Demikian pula pada sensitivitas *Payback Period*, dimana bahwa nilai

pendapatan merupakan yang paling sensitif terhadap perubahan *Payback*

Period, lalu biaya operasional dan kemudian nilai investasi.



(a)



(b)

Grafik 4.8 Analisis Sensitivitas investasi, operasional dan pendapatan terhadap
(a) internal rate of return (b) payback period

Analisis Pemanfaatan Eceng Gondok sebagai Pengganti LPG
Penggunaan Energi di Sekitar Danau Rawa Pening

Penelitian ini dilakukan di enam desa sekitar Danau Rawa Pening untuk melihat kondisi ketahanan energi yang ada sekarang dan juga persepsi masyarakat

mengenai pengembangan energi terbarukan seperti pelet kayu (*wood pellet*). Semua desa yang menjadi sample penelitian diketahui masih menggunakan energi konvensional sebagai bahan bakar kebutuhan rumah tangga maupun industrinya.

LPG merupakan bahan bakar utama yang digunakan mayoritas warga di Kabupaten Semarang, begitu pula di 6 Desa yang dijadikan sample penelitian. Seluruh rumah tangga dan juga industri kecil menengah telah menggunakan LPG. Namun keberadaan LPG 3 kg yang digunakan warga tak selalu terjamin ketersediannya di keenam desa ini. Seluruh perangkat desa yang diwawancarai oleh peneliti mengaku pernah mengalami kelangkaan LPG di desa mereka mulai dari 3 hari hingga 1 minggu lamanya. Apabila tengah mengalami kelangkaan LPG, warga memilih untuk mencari LPG ke desa atau kecamatan lain yang masih memiliki stok LPG. Kelangkaan LPG 3 kg ini juga sering mempengaruhi harga LPG 3 kg menjadi fluktuatif. Tiga dari enam desa yang diteliti menyatakan harga LPG 3 kg di desanya tergolong normal yaitu Rp 18.000,- hingga Rp 20.000,-. Namun di

tiga desa lainnya harga LPG 3 kg bisa mencapai Rp 20.500,- hingga Rp 22.000,- per tabung dikarenakan stok yang tidak stabil.

Untuk mengganti penggunaan bahan bakar masyarakat sekitar Danau Rawa Pening sebagai salah satu bentuk efisiensi energi, dibutuhkan sebuah perhatian khusus. Dimana LPG yang merupakan bahan bakar utama yang biasa warga gunakan, masih membutuhkan subsidi di penjualan kemasan 3 kilogram. LPG 3 kilogram yang warga beli tersebut dihargai Rp 5.000,- /kilogram. Dimana besaran subsidi pada harga LPG 3 kilogram menjadi sekitar Rp 6.000,- / kilogramnya dari harga LPG sesungguhnya sekitar Rp 11.000,- per kilogram.

Apabila LPG 12 kilogram (tanpa subsidi) memiliki nilai kalor sebesar 11.000 kkal/kilogram, maka setara dengan pelet kayu sebanyak 33 kilogram dengan nilai kalor 4.000 kkal/kilogram. Harga perkilogram LPG adalah Rp 11.000,- sedangkan pelet kayu eceng gondok dihargai Rp 1.600,- per kilogram. Dengan perbandingan nilai kalor antara pelet eceng gondok dengan LPG 1 : 2,75 tersebut, maka dapat diketahui selisih

harga kedua bahan bakar tersebut sebesar Rp 79.200,-. Selisih tersebut didapat dari pengurangan harga LPG 12 kilogram dengan pelet kayu eceng gondok 33 kilogram yaitu LPG sebesar Rp 136.900,- dan Pelet Kayu Rp 52.800,-.

Walaupun harga pelet kayu eceng gondok relatif lebih murah (*affordability*), tidak serta merta membuat masyarakat mau mengganti bahan bakar mereka sehari (LPG). Dibutuhkan pendekatan yang lebih intensif seperti memberdayakan masyarakat sekitar Danau Rawa Pening dalam pemanfaatannya. Apabila masyarakat mendapat tampahan pendapatan dari eceng gondok, maka diharapkan substitusi LPG dengan pelet kayu mampu diterima (*acceptability*) dengan baik. Selain itu ketersediaan bahan baku pembuatan pelet kayu seperti eceng gondok akan terus terjamin mengingat akan diberlakukan zonasi 20% dari luas permukaan danau bagi pertumbuhan eceng gondok yang akan terus ada di lingkungan sekitar mereka (*sustainable*).

Adanya pengembangan energi terbarukan dianggap perlu untuk dilakukan mengingat energi konvensional seperti LPG merupakan energi yang tidak terbarukan. Berdasarkan wawancara Staf

Bidang Energi Terbarukan Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah, pemerintah terus melakukan pengembangan energi terbarukan sebagai salah satu bentuk konservasi energi. Walaupun pelet kayu eceng gondok lebih murah dan terjangkau sebagai bahan bakar, belum tentu masyarakat serta merta mau mengganti bahan bakar mereka.

Sebagai contoh, Dirjen EBTKE Kementerian ESDM pernah mengembangkan Program Biogas Rumah (BIRU) yang dimulai 2009 dengan bantuan dari SNV dan Hivos yang merupakan dua lembaga swadaya masyarakat yang berpengalaman dari Belanda. Berdasarkan pengembangan program BIRU, biasanya tanggapan pengguna akan baik selama program berjalan dan evaluasi. Setelah program selesai lebih dari satu tahun, biasanya reaktor biogas sudah tidak digunakan lagi. Untuk mengatasi masalah tersebut, Hivos menjalankan program dengan pendekatan berbasis pasar dimana pihak Hivos tidak memberikan reaktor biogas secara hibah. Hivos mengupayakan agar pengguna dapat dilibatkan dengan pembiayaan reaktor biogas dari dana pengguna. Kemudian BIRU akan menjalin hubungan dengan mitra pembangunan

biogas (*construction partner organisation / CPO*), melatih tukang, lalu membuka bengkel untuk pembuatan peralatan atau apliansi biogas. Hal tersebut bermaksud untuk menciptakan persediaan stok yang stabil.

Manfaat dari pendekatan berbasis pasar cukup banyak. Pertama, sektor biogas bisa jadi memberikan keuntungan. Kedua adalah dengan biogas yang berkualitas tinggi, maka diharapkan ketergantungan terhadap pihak ketiga seperti Hivos akan dapat dikurangi. Selain itu apabila pendanaan reaktor atau fasilitas energi terbarukan berasal dari pengguna, masyarakat akan lebih menghargai fasilitas tersebut. Apabila pengadaan fasilitas dalam pengembangan energi terbarukan tersebut dengan dana hibah, terbukti masyarakat kurang menghargai fasilitas yang telah dibangun.

Peran Pemerintah dalam Pemanfaatan Eceng Gondok

Dalam pengelolaan Danau Rawa Pening, pemerintah memiliki kewajiban berupa pembersihan danau dari gulma eceng gondok. *Grand design* Danau Rawa Pening telah dipublikasi ke masyarakat dan diketahui bahwa upaya

penyelamatan Danau Rawa Pening baru sebatas pembersihan danau dari eceng gondok yang hanya dibuang ke disposal oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Seharusnya pemerintah mempertimbangkan program-program yang dapat mendukung pemanfaatan eceng gondok untuk produksi barang-barang yang lebih bernilai.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tengah mengupayakan alat berat seperti escavator, *harvester* (pemisah eceng gondok) dan tongkang (kapal penampungan) untuk menepikan dan mengumpulkan eceng gondok. Pemerintah Daerah juga telah memperbaiki disposal eceng gondok di tepian danau sebagai tempat pembuangan. Hal ini tentunya akan menambah kemudahan akses dalam pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan pelet kayu (*wood pellet*).

Pemerintah memiliki kewajiban untuk mensejahterakan masyarakat sehingga dianggap lebih berkompeten dalam pengembangan energi terbarukan. Bagi beberapa pihak seperti pengembang

energi terbarukan swasta, pemerintah lah yang memiliki akses lebih dalam mengembangkan energi terbarukan. Dimana pemerintah dalam hal ini Dinas ESDM memiliki anggaran serta program yang harus direalisasikan setiap tahun. Untuk itu seperti program Biogas Rumah (BIRU), dalam mengembangkan energi terbarukan diperlukan adanya kerjasama antara pihak pemerintah dengan swasta. Dimana swasta yang telah memiliki pengalaman dan teknologi bisa terus mengaplikasikan usaha pengembangan energi terbarukan ini dengan besarnya dana pemerintah.

Belajar dari pengalaman Dinas ESDM provinsi Jawa Tengah sebelumnya dalam mengembangkan biogas, pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok seharusnya juga dapat diperkenalkan dan dipergunakan di masyarakat. Apalagi eceng gondok sendiri di kawasan Danau Rawa Pening memang berkembang secara tidak terkontrol dan mengganggu lingkungan perairan danau. Sehingga diharapkan eceng gondok dapat lebih bermanfaat apabila dapat dijadikan bahan bakar / energi terbarukan.

Pemerintah siap mendukung segala pengembangan terkait energi terbarukan dalam rangka konservasi energi dan

peningkatan ketahanan energi. Hal ini juga sesuai dengan target penggunaan energi terbarukan dalam RUED yang meningkat setiap tahunnya. Untuk mewujudkan pengembangan pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok dari Danau Rawa Pening, diperlukan penanganan terpadu dari berbagai sektor tak hanya dari Dinas ESDM. Mulai dari proses pengambilan eceng gondok dari Danau Rawa Pening, hal ini akan ditangani oleh pihak Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dalam hal ini Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana. Kementerian PUPR dapat menyiapkan alat berat seperti yang telah dilakukan sekarang ini untuk pengambilan eceng gondok dari permukaan danau. Kemudian Dinas ESDM yang akan melakukan pengaturan dalam pengolahan eceng gondok untuk menjadi energi terbarukan berupa pelet kayu (*wood pellet*).

Dalam mengerjakan peran masing-masing instansi, maka dibutuhkan Rapat Koordinasi yang membahas bagaimana rencana pemanfaatan eceng gondok yang ada di Danau Rawa Pening. Selama ini Bappeda Jawa Tengah telah melakukan koordinasi terkait penanganan Danau Rawa Pening yang kritis, namun belum

sampai pada rencana pemanfaatan eceng gondoknya.

Diperlukan sosialisasi kepada masyarakat dan adanya percontohan terkait penggunaan pelet kayu (*wood pellet*). Dengan adanya sosialisasi diharapkan masyarakat dapat lebih mengenal bagaimana dan apa saja manfaat menggunakan pelet kayu (*wood pellet*). Kemudian dapat dirancang satu percontohan di masyarakat yang merupakan sarana pembelajaran bagaimana mengolah dan menggunakan pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok dengan baik dan benar. Ketika masyarakat sudah mengetahui dan merasakan sendiri manfaat dari penggunaan pelet kayu (*wood pellet*), maka dengan sendirinya mereka akan menggunakan energi terbarukan tersebut.

KETAHANAN ENERGI

Ketersediaan (*Availability*)

Produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok akan menambah ketersediaan akan energi guna mencapai target Kebijakan Energi Nasional 23% bauran energi nasional yang ditetapkan pada Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Dalam skala domestik Danau Rawa Pening, keberadaan pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok dapat menjadi bahan bakar alternatif yang bahan bakunya akan selalu tersedia dari danau tersebut.

Akses (*Accessability*)

Dalam penggunaan energi terbarukan seperti pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok, diperlukan beberapa fasilitas pendukung baik dari pengambilan bahan baku hingga saat pemanfaatan bahan bakar tersebut seperti kompor. Pemerintah dalam hal ini Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral telah mempunyai program pengembangan energi terbarukan. Sebelumnya dalam program pengembangan biogas, Dinas ESDM provinsi Jawa Tengah memberikan bantuan alat *digester* hingga sarana pemanfaatan biogas seperti lampu dan kompor. Untuk saat ini Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah belum memiliki program untuk pengembangan pelet kayu (*wood pellet*).

Keterjangkauan (*Affordability*)

Harga jual pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok rata-rata adalah Rp 1.600,- per kilogramnya. Kalori yang terkandung dalam 1 kilogram LPG setara dengan 2,75

kilogram pelet kayu (*wood pellet*). Walaupun memerlukan kuantitas yang lebih banyak, namun biaya dalam penggunaan pelet kayu (*wood pellet*) akan tetap lebih murah apabila dibandingkan dengan LPG. Apalagi LPG yang digunakan kebanyakan warga adalah LPG 3 kg yang masih disubsidi oleh pemerintah dengan harga jual rata-rata Rp 18.000,- hingga Rp 20.000,-. Hal ini tentu akan memberatkan beban APBN dan apabila subsidi bagi LPG nantinya dicabut, maka harga LPG bagi warga kelak akan semakin mahal.

Diharapkan dengan adanya pengembangan produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok juga akan menambah pendapatan warga sekitar Danau Rawa Pening dari penjualan eceng gondok basah kepada pihak yang memproduksi energi alternatif tersebut. Sehingga ketika pendapatan warga bertambah, maka daya beli akan energi di masyarakat pun akan meningkat.

Penerimaan (*Acceptability*)

Sebagai bahan bakar yang rendah emisi CO², diharapkan pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok akan diterima oleh masyarakat. Bahan bakar pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok memiliki emisi CO² yang tergolong rendah apabila

dibandingkan dengan energi konvensional. Emisi CO² pelet kayu (*wood pellet*) sekitar 10 kali lebih rendah dibandingkan dengan emisi CO² batu bara dan minyak, serta delapan kali lebih rendah dibandingkan dengan emisi CO² gas. Selain itu dengan adanya produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok, maka pendapatan masyarakat sekitar Danau Rawa Pening akan bertambah dari penjualan eceng gondok sebagai bahan bakunya.

Keberlanjutan (*Sustainability*)

Adanya zonasi pertumbuhan eceng gondok 20% dari luas permukaan Danau Rawa Pening akan menjamin keberlanjutan produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok. Dimana dengan luas area yang ditumbuhi eceng gondok sekitar 3,25 km², maka potensi biomassa yang dapat dimanfaatkan adalah sebesar 82.977 ton/tahun. Potensi biomassa tersebut kemudian dapat diproduksi menjadi pelet kayu (*wood pellet*) secara maksimal sebanyak 14.935,86 ton atau per tahun.

Kesimpulan

1. Potensi Eceng Gondok di Danau Rawa Pening
 - a) Dengan skenario tutupan eceng gondok maksimal 20%

dari luas permukaan Danau Rawa Pening atau sekitar 3,25 km², potensi biomasa yang tersedia menjadi 82.977 ton/tahun yang dapat menghasilkan pelet kayu (*wood pellet*) sebanyak 14.935,86 ton atau 14.935.860 kilogram per tahun.

- b) Berdasarkan kemampuan mesin pelet dengan kapasitas 2 ton/jam, kapasitas produksi maksimal pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok dalam satu hari di Pabrik Sido Muncul adalah 21.600 kg atau 6.307,2 ton per tahun dengan waktu efektif 80% dan membutuhkan bahan baku eceng gondok mentah sebanyak 120 ton per hari.

2. Analisis Biaya Manfaat Produksi Pelet eceng gondok

- a) Biaya investasi pada produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok dengan kapasitas mesin pelet 2 ton/jam adalah Rp 10.300.000.000,- dengan biaya operasional sebesar Rp 5.663.141.456,- setiap

tahunnya. *net present value* (NPV) dari produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok sebesar Rp 18.681.772.580,- di tahun ke 10 dengan *Internal Rate of Return* (IRR) 45,17%. Hal ini menunjukkan bahwa *project* produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok layak untuk dilakukan dimana IRR lebih besar dari suku bunga pinjaman yang digunakan yaitu 10,25%. Tahun kembali modal atau *Payback Period* dari produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok adalah 2 tahun 1 bulan dan *Benefit Cost Ratio* sebesar 1,9.

- b) Manfaat yang didapatkan dari produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok adalah Nilai Jual Pelet Eceng Gondok, Efisiensi Pelet Eceng Gondok, Penghematan Biaya dengan Substitusi Bahan Bakar, Pengurangan Emisi dan Perbaikan Ekosistem Danau Rawa Pening.

3. Pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok merupakan salah satu dari

energi terbarukan yang bisa dijadikan bahan bakar alternatif yang memenuhi kriteria 4A 1S dalam rangka meningkatkan ketahanan energi yaitu:

a) *Availability* (ketersediaan)

Produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok akan menambah ketersediaan akan energi guna mencapai target energi terbarukan 23% dari bauran energi nasional.

b) *Affordability* (keterjangkauan)

Kalori yang terkandung dalam 1 kilogram LPG (Rp 8.000,-/kg) setara dengan 2,75 kilogram pelet kayu (*wood pellet*) dengan harga Rp 1.600,- per kilogramnya.

c) *Accessability* (kemudahan)

Adanya dukungan dari pemerintah setempat akan mampu menyediakan fasilitas dalam mengakses pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok seperti Dinas ESDM Provinsi Jateng yang memprogramkan pengembangan energi terbarukan serta Kementerian PUPR yang mengadakan alat berat seperti *escavator*, *harvester* (pemisah eceng gondok) dan tongkang (kapal penampungan).

d) *Acceptability* (penerimaan masyarakat dan lingkungan)

Emisi CO² pelet kayu (*wood pellet*) sekitar 10 kali lebih rendah dibandingkan dengan emisi CO² batu bara dan minyak, serta delapan kali lebih rendah dibandingkan dengan emisi CO² gas. Serta pendapatan masyarakat sekitar Danau Rawa Pening akan bertambah dari penjualan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan pelet kayu (*wood pellet*).

e) *Sustainability* (keberlanjutan)

Adanya zonasi pertumbuhan eceng gondok 20% dari luas permukaan Danau Rawa Pening akan menjamin keberlanjutan produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok dengan potensi biomasa yang dapat dimanfaatkan adalah sebesar 82.977 ton per tahun yang dapat menghasilkan pelet kayu (*wood pellet*) sebanyak 14.935,86 ton per tahun.

Saran

1. Untuk menjamin keberlanjutan produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok serta untuk menanggulangi degradasi lingkungan perairan Danau Rawa Pening, diperlukan adanya zonasi di permukaan danau tersebut. Dengan zonasi eceng gondok maksimal 20%

- dari total luas permukaan danau, maka pertumbuhan gulma tersebut dapat dibatasi dan tidak merusak ekosistem danau serta tetap dapat memasok bahan baku bagi produksi pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok.
2. Dalam mewujudkan pengembangan energi terbarukan pelet kayu (*wood pellet*) eceng gondok, diperlukan kordinasi berbagai pihak yang mempunyai kepentingan di wilayah Danau Rawa Pening seperti Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Bappeda Jateng, Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah, Perangkat Desa hingga masyarakat sekitar Danau Rawa Pening.
 3. Pengembangan pelet kayu perlu didukung oleh sosialisasi kepada warga agar dapat diterima dengan baik. Perlunya percontohan dan juga jaminan bagi warga tentang bagaimana manfaat pelet kayu (*wood pellet*) harus terus diupayakan.
 4. Penelitian lanjutan mengenai program sosialisasi dan bagaimana penerimaan masyarakat terhadap program pengembangan pelet kayu eceng gondok.
 5. Penetapan pihak-pihak yang terlibat dalam pengelolaan Danau Rawa Pening dengan *jobdesk* masing-masing yang menjamin keberlanjutan program pembersihan danau dan zonasi 20% bagi pertumbuhan eceng gondok di danau tersebut.
 6. Penelitian lebih lanjut mengenai aspek sosial dan ekonomi dari pemanfaatan eceng gondok di Danau Rawa Pening bagi masyarakat sekitar.
 7. Dapat melakukan kajian lebih lanjut mengenai hubungan produksi pelet eceng gondok yang berasal dari Danau Rawa Penng dengan pertahanan negara serta program bela negara.
 8. Dapat menjadi salah satu solusi bagi masalah 15 danau kritis yang ada di Indonesia.

Daftar Pustaka

- (2013). Retrieved from [woodpellet-energy.weebly.com: http://woodpellet-energy.weebly.com/uploads/9/4/6/7/9467792/wood_pellet-2013-pdf.pdf](http://woodpellet-energy.weebly.com/uploads/9/4/6/7/9467792/wood_pellet-2013-pdf.pdf)
- aguraforestry.wordpress.com*. (2013, November 27). Retrieved from

- <https://aguraforestry.wordpress.com/2013/11/27/pengembangan-pelet-kayu-wood-pellet-sebagai-sumber-energi-terbarukan-rendah-emisi-di-indonesia-bag-2/>
- Ecoscore.be. (2018, Januari). Retrieved from Ecoscore: <http://ecoscore.be/en/info/ecoscore/co2>
- IEA Bioenergy. (2017). *Global Wood Pellet Industry & Trade Study*. IEA Bioenergy.
- Waddell, L. (2017, Juli 28). *Solusi Berkelanjutan Untuk Masalah Yang Selalu Berkembang*. Retrieved from BIRU - BIOGAS RUMAH: <http://www.biru.or.id/index.php/news/2017/07/28/297/solusi-berkelanjutan-untuk-masalah-yang-selalu-berkembang.html>