



Analisis Energi Baru Terbarukan Untuk Sistem Kelistrikan Desa

Aesha Fathara

Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
aesha.fathara@gmail.com

Abstract

Electricity is a primary need for society. Energy that will never run out of availability is energy from solar radiation. Indonesia is an agricultural country that can utilize alternative energy by utilizing biomass energy, one of which is rice husk and straw waste. Based on data from the BMKG Paloh Station, Sambas Regency has a fairly large intensity of sunlight because it is located just below the equator. The intensity of light in the dry season can reach 6 hours in a period of 8 hours of sunlight, namely from 8.00 - 16.00. The resulting energy conversion is 38.01 mj/m²/day. Meanwhile, for the biomass potential from the BPS data of Sambas Regency in Tebas District, there are 6,730 ha of rice fields, which can produce 403 tons of rice husk and straw waste in one day for 1 year and can produce 5 million MJ/day. By using HOMER Software. The results of the conversion analysis of the optimization of renewable energy for power plants that have an annual peak power of 45kW and daily energy consumption of 330kWh/day obtained the most optimal potential for rice husk and straw waste, which requires an initial capital of \$ 67,120 with a total net present minimum cost (NPC). Electricity from the system cost is also minimum at US\$ 0.005/kWh. And in technical economic analysis, modeling this system requires a payback period of about 11 years without grid bills and 5 years with grid bills. Meanwhile, conversion using PV requires larger capital and longer payback.

Keywords: solar energy, biomass, rice husk and straw, homer, village electricity

Abstrak

Listrik merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat. Untuk mengatasi masalah energy yang dapat dijadikan energi terbarukan. Energi yang tidak akan pernah habis ketersediaannya adalah energy dari radiasi sinar matahari. Indonesia negara agraris dapat memanfaatkan energi alternatif dengan pemanfaatan energy biomassa, salah satunya limbah sekam padi dan jerami. Berdasarkan data dari BMKG Stasiun Paloh, Kabupaten Sambas memiliki intensitas sinar matahari yang cukup besar dikarenakan terletak tepat dibawah garis khatulistiwa. Intensitas cahaya pada musim kemarau bias mencapai 6 jam dalam periode waktu 8 jam peninjauan matahari yaitu dari jam 8.00 – 16.00. Jika dikonversikan dapat menghasilkan energi sebesar 38,01 mj/m²/hari. Sedangkan untuk potensi biomassa dari data yang diperoleh dari BPS Kabupaten Sambas di Kecamatan Tebas terdapat lahan sawah seluas 6.730 ha. Dari luas tanah persawahan tersebut dapat menghasilkan 403 ton limbah sekam padi dan jerami dalam satu hari selama 1 tahun dapat menghasilkan 5 juta MJ/hari. Dari data potensi dikonversikan menggunakan Software HOMER. Hasil dari analisis konversi optimalisasi energi terbarukan untuk pembangkit tenaga listrik yang memiliki puncak daya tahunan 45kW dan konsumsi energi harian 330kWh/hari didapatkan bahwa potensi limbah sekam padi dan jerami adalah yang paling optimal, yaitu hanya memerlukan modal awal (initial capital) sebesar \$ 67.120 dengan total net present cost (NPC) minimum. Listrik dari biaya sistem juga minimum yaitu sebesar US \$ 0,005/kWh. Dan dalam analisis ekonomi teknik, pemodelan sistem ini memerlukan waktu balik modal yaitu 11 tahun tanpa tagihan grid dan 5 tahun dengan tagihan grid. Sedangkan konversi menggunakan PV di perlukan Modal yang lebih besar dan balik modal lebih lama.

Kata kunci: Energi matahari, Biomassa, Sekam padi dan Jerami, HOMER, Listrik desa.

Diterima Redaksi : 24-05-2021 | Selesai Revisi : 21-06-2021 | Diterbitkan Online :30-06-2021

1. Pendahuluan

Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai pemasok utama listrik di tanah air belum mampu memenuhi permintaan listrik di masyarakat. Krisis energi listrik yang terjadi di Indonesia disebabkan oleh

seharusnya telah digerakan sejak dulu karena pasokan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi dan batu bara adalah sumber energi fosil yang tidak dapat diperbaharui.

Berdasarkan data yang dilansir oleh Badan Pusat Ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil. Statistik (BPS) tahun 2018 menunjukkan bahwa Hal ini telah mendorong untuk mengatasi masalah energi produksi padi di Indonesia sebanyak 56,54 juta ton, bersama-sama. Penghematan pada bahan bakar fosil untuk daerah Kalimantan Barat sendiri menghasilkan 1,6

juta ton padi. Dari proses penggilingan padi dapat diperoleh sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah. Namun kesediaan limbah yang melimpah ini tidak dimanfaatkan secara maksimal, maka hal inilah yang dapat mendorong untuk memanfaatkan limbah sekam padi tersebut sebagai energi alternatif khususnya di wilayah yang mengalami kekurangan pasokan listrik.

Pada tahun 2017 ada lebih dari 2.500 desa di Indonesia yang belum dialiri listrik[1]. Di beberapa wilayah yang saat ini kekurangan pasokan energi listrik sebagaimana terjadi di daerah Sumatera, Kalimantan, dan Papua. Kondisi ini menyebabkan daerah-daerah tersebut sulit untuk berkembang, baik secara ekonomi, sosial maupun budaya, hal ini yang perlu segera dicari jalan keluarnya.

Sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sumber daya energi alternatif yang dihasilkan limbah sekam padi dan jerami, mengetahui potensi kesediaan bahan bakar alternatif dari radiasi matahari serta limbah sekam padi dan jerami. serta memahami konfigurasi software Homer terbaik dari limbah sekam padi dan jerami serta biomassa dalam penyediaan energi alternatif

Oleh T Iskandar, dalam penelitian tentang pemanfaatan limbah pertanian sebagai energi alternatif. Sehingga muncul metode untuk mengatasi permasalahan di atas dan agar dapat memenuhi kebutuhan listrik di desa tersebut, maka diperlukan suatu studi kelayakan sistem untuk menggabungkan energi sinar matahari dan energi biomassa agar dapat menciptakan kombinasi energi alternatif yang optimal[2]. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan pemodelan program komputer yaitu, software Homer untuk merancang dan menguji kelayakan sumber energi alternatif. Dengan menggunakan software Homer diharapkan proses studi kelayakan ini menjadi lebih efektif dan efisien.

1.1. Biomassa

Biomassa material organik dari tumbuh dan hewan. Biomassa menyimpan energi dari matahari. (Wikipedia, 2019). pada penelitian dengan judul analisa nilai kalor dan laju pembakaran pada briket campuran biji nyamplung (*calophyllum inophyllum*) dan abu sekam padi oleh M. Afif Almu, Syahrul, Yesung Allo Padang yang dilakukan pada tahun 2014 bahwasannya Nilai Kalor paling besar didapat campuran buah nyamplung sekam padi pada sampel (C sebesar 4.792,40 cal/gr. Sed kalor briket yang paling kecil briket dengan sampel (E 1:3) sebesar 3.431,00 cal/gr. 2. Laju pembakaran paling rend dari briket campuran buah nya abu sekam padi dengan sam yaitu hanya sebesar 0,001 Sedangkan laju pembakaran tinggi didapat dari briket den (A 1:1) yaitu sebesar 0,00246 g 3. Persentase pengeringan kada yang paling rendah didapat dengan campuran buah nya abu sekam padi dengan sam yaitu hanya sebesar 21,52%. persentase pengeringan kada paling tinggi terdapat pada br sampel (D 1:2) yaitu sebesar 3 0 5 10 15 20 25 30 35 40 A 1:1 B 2:1 C 3:1 D

Kadar Air Yang Hilang (%) Variasi Campur 2 Juli 2014 Afif Almu, Syahrul, Yesung: Analisa Nilai K 122 ir pada briket wa kandungan rtinggi dengan pel (D 1:2) dan (A 1:1) yaitu kinan dapat besarnya masing-masing bkan karena mpuran kanji, u sekam padi pencampuran i penyerapan setiap sampel apat dari briket ng dan abu (C 3:1) yaitu edangkan nilai cil didapat dari 3) yaitu hanya endah didapat yamplung dan ampel (C 3:1) 0156 gr/detik. n briket paling engan sampel 6 gr/detik. adar air briket at dari briket yamplung dan ampel (A 1:1) %. Sedangkan adar air briket briket dengan r 36,60% [3].

Tumbuhan menyerap energi dari matahari melalui proses fotosintesis, penelitian yang dilakukan oleh Untoro Budi pada tahun 2010 pada tongkol jagung adanya pengaruh suhu selama proses karbonisasi dan tekanan pada saat pembriketan terhadap sifat pembakaran briket dari tongkol jagung. Pada penelitian ini, proses karbonisasi dilakukan pada suhu 220°C, 300°C dan 380°C sementara proses pembriketan dilakukan pada tekanan 24,4 MPa, 48,8 MPa, 73,2 MPa, dan 97,6 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses karbonisasi yang dilakukan dapat meningkatkan kandungan karbon dan nilai kalor briket dari tongkol jagung. Kondisi operasi karbonisasi terbaik diperoleh pada suhu 380°C, sementara untuk pembriketan dilakukan pada 97,6 MPa yang dapat menaikkan kadar karbon sampai 67% dan nilai kalor sampai 65%. Proses karbonisasi yang dilakukan dapat mengurangi emisi CO dan laju pembakaran. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penekanan yang tinggi selama pembriketan juga dapat mengurangi emisi CO dan laju pembakaran [4].

1.2. Proses Gasifikasi

Proses konversi secara termo-kimia (pirolisa-reduksi-oksidasi) yang menggunakan panas untuk merubah biomassa padat atau padatan berkarbon lainnya menjadi gas sintetik (menyerupai gas alam) yang mudah terbakar. Proses gasifikasi berlangsung dalam keadaan kekurangan/miskin oksigen. Proses gasifikasi dapat merubah hampir semua bahan organik padat menjadi gas bakar yang bersih dan netral. Gasifikasi biomassa boleh dipahami sebagai reaksi oksidasi parsial biomassa menghasilkan campuran gas yang masih dapat dioksidasi lebih lanjut (bersifat bahan bakar)

Irhan Febijanto, melakukan penelitian tentang pemanfaatan potensi limbah biomassa sebagai energi pengganti fosil yang cadangannya semakin menipis. Limbah biomassa ini dihasilkan dari proses produksi pada kegiatan agro-industri. Data limbah biomassa didapat dari rasio umum terhadap jumlah tanaman atau jumlah produksi. Setelah diketahui potensi limbah biomassa di suatu propinsi dilakukan survei ke sumber penghasil libah biomassa tersebut, juga ditindak lanjuti survei ke pabrik/perkebunan penghasil tanaman tersebut untuk melakukan konfirmasi keberadaan limbah biomasa.[5]

Dalam penelitian ini limbah tanaman yang digunakan adalah kelapa sawit, tebu, karet, kelapa, kayu, padi, ketela, jagung, penelitian ini menggunakan pemanfaatan

mekanisme CDM (Clean Development Mechanism). Dengan pemanfaatan mekanisme ini akan didapat pengkajian kemungkinan adanya aliran investasi asing dan terjadinya transfer teknologi dari luar ke dalam negeri. Kemungkinan-kemungkinan ini sangat menguntungkan bagi negara berkembang seperti Indonesia yang masih kekurangan finansial dalam pemanfaatan energi-energi terbarukan.

Pembangkit listrik energi terbarukan pada umumnya mempunyai skala yang kecil, tidak lebih dari 10 MW. Dengan skala yang kecil ini, kemungkinan nilai IRR (Internal Rate of Return) dari suatu proyek relatif kecil. Dengan menggunakan skema CDM, IRR suatu proyek energi terbarukan akan dapat ditingkatkan, dengan adanya tambahan penghasilan dari hasil pengurangan emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembangunan proyek yang menggunakan limbah biomassa. Penambahan IRR ini akan dapat meningkatkan daya tarik proyek pemanfaatan limbah biomassa.

Arie Febrianto, penelitian ini membahas tentang pemanfaatan kulit buah nipah sebagai sumber energy alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kombinasi perlakuan yang terbaik antara jumlah perekat pati tapioka dan bahan tambahan kapur untuk dapat menghasilkan briket arang yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dan untuk mengetahui biaya produksi yang dibutuhkan untuk pembuatan briket bioarang kulit buah nipah. Rancangan percobaan menggunakan 2 faktor yaitu konsentrasi perekat pati tapioka (P) dan konsentrasi bahan imbuhan kapur (K) yang masing-masing terdiri dari 3 level yaitu P1 (20%), P2 (30%), dan P3 (40%); K1 (1%), K2 (3%), K3 (5%) yang diulang sebanyak 2 kali.

Pengamatan dilakukan pada rendemen produk, kadar air, ketahanan tekan, nilai kalor, dan kadar abu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah perlakuan penambahan konsentrasi perekat pati tapioka 20% dan konsentrasi kapur 5%. Perlakuan terbaik mempunyai rendemen produk 78.04%, kadar air 4.10%, ketahanan tekan 157.57 N/cm², nilai kalor 2753.71 kal/g, dan kadar abu sebesar 22.35%. Hasil analisis biaya produksi diperoleh HPP sebesar sebesar Rp. 1120.23 per kilogram dengan harga jual Rp. 1700 per kilogram dengan mark up 40%, sehingga diperoleh BEP (unit) 11986.03 kilogram atau sebesar Rp. 20252297.18 [6].

Jalal Rosyidi, penelitian ini membahas tentang perbandingan antara briket-briket berbahan dasar sekam padi sebagai energy alternatif. Penelitian ditujukan untuk mengetahui karakteristik briket-briket berbahan dasar sekam padi dan telah dilaksanakan di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember dan UPT.PKB Dinas Perhubungan Jember. Bahan penyusun briket yang digunakan adalah sekam padi (100%) sebagai perlakuan A, arang sekam padi (100%) sebagai perlakuan B, arang sekam padi: arang kayu (50:50%) sebagai perlakuan C, dan arang

sekam padi: arang kayu (70:30%) sebagai perlakuan D.[7]

Nuyah dan Nesi S, didalam penelitian ini penulis membahas tentang pemanfaatan abu sekam padi pada pembuatan tegel karet. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengisi pada pembuatan tegel karet, serta mendapatkan formula tegel karet yang tepat dan memenuhi persyaratan SNI Tegel Karet (SNI 03-1550-1989) dan Karpet Karet (SNI 12-1000-1989). Jenis bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sekam padi, dengan variasi perbandingan yaitu formula 1 (abu sekam padi : kaolin = 35 phr : 70 phr), formula 2 (abu sekam padi : kaolin = 40 phr : 65 phr), formula 3 (abu sekam padi : kaolin = 45 phr : 60 phr), formula 4 (abu sekam padi : kaolin = 50 phr : 55 phr), dan formula 5 (abu sekam padi : (kaolin = 55 phr : 50 phr).[8]

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode kuantitatif dan mencakup dua tahap, yaitu studi kelayakan potensi energi biomassa dan surya matahari yang terletak di kecamatan Tebas dan Kabupaten Sambas, studi beban listrik di Dusun Pelanjau yang terletak di Desa Bukit Sigoler, Kecamatan Tebas, Kabupaten Sambas.

2.1. Pengukuran Beban

Penghitungan beban listrik sangat diperlukan untuk mengetahui beban yang akan diperlukan. Metode yang digunakan pada pengumpulan data beban listrik di Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamai, Desa Bukit Sigoler, Kecamatan Tebas, Kabupaten Sambas adalah dengan metode sampling. Sampling yang digunakan adalah dengan memilih beberapa rumah warga yang terletak di Dusun Sukabaru dikarenakan dusun tersebut merupakan dusun yg terletak cukup dekat dengan Dusun Pelanjau. Bila penulis bermaksud meneliti sebagian populasi saja maka sebaiknya jumlah minimal sample yang baik digunakan adalah 10% dari jumlah populasi yang ada. Kemudian wawacara dilakukan dengan kepala Desa Bukit Sigoler mengenai peralatan elektronik dan konsumsi listrik setiap harinya

$$W = P \times t / 1000 \quad (1)$$

Dimana,

W = Energi yang terpakai (kWh)

P = Daya alat listrik yang digunakan (Watt)

t = Lamanya penggunaan (h)

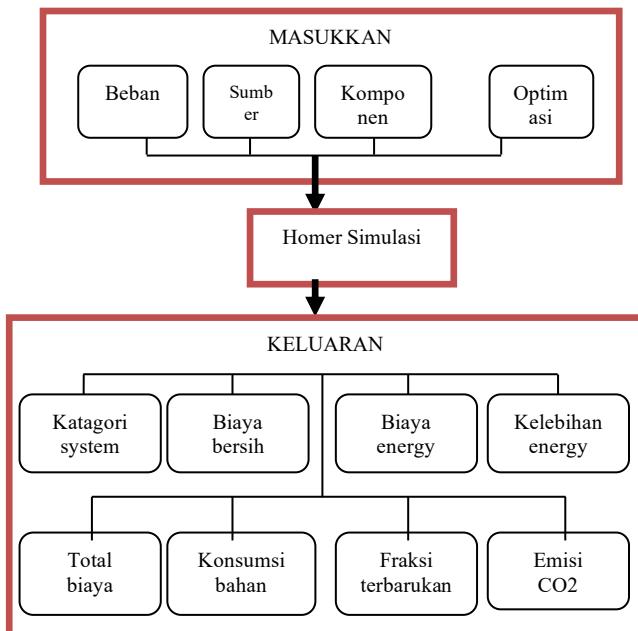
2.2. Perancangan Sistem Homer

Homer mensimulasikan dan mengoptimalkan sistem pembangkit listrik baik stand-alone maupun grid connected yang dapat terdiri dari kombinasi turbin angin, photovoltaic, mikrohidro, biomassa, generator (diesel/bensin), microturbine, fuel-cell, baterai, dan penyimpanan hidrogen, melayani beban listrik maupun

termal. Dengan HOMER, dapat diperoleh spesifikasi paling optimal dari sumber energi – sumber energi yang mungkin diterapkan.

Kriteria dari sistem teroptimal itu sendiri adalah simulasi yang memiliki nilai net present costs (NPC) paling rendah. Saat melakukan simulasi, HOMER menentukan semua konfigurasi sistem yang mungkin, kemudian ditampilkan berurutan menurut NPC (atau disebut juga life cycle costs). Jika analisa sensitivitas diperlukan, HOMER akan mengulangi proses simulasi untuk setiap variabel sensitivitas yang ditetapkan. Error relatif tahunan sekitar 3% dan error relative bulanan sekitar 10% [9].

Perancang dapat menyusun sistem pembangkit dari berbagai jenis sumber daya, baik sumber daya konvensional maupun yang terbarukan. Proses simulasi pada HOMER dilakukan untuk mengetahui karakteristik atau performansi dari suatu sistem pembangkit



Gambar 1 Bagian Utama Arsitektur HOMER

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Potensi Energi Sinar Matahari

Kalimantan Barat yang berada tepat di bawah garis khatulistiwa sehingga memiliki potensi menerima panas matahari yang besar. Penyiniran matahari global di Indonesia yaitu 1700-1950 KWh/m²/tahun atau sama dengan 4,66-5,34 kWh/ m²/hari. Dari data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kabupaten Sambas yang terletak di Paloh dapat dilihat lama penyiniran matahari rata-rata dalam jam

Tabel 1 Data Penyiniran Matahari Bulan Februari 2018

Tanggal	Lama Penyiniran (Jam)	Tanggal	Lama Penyiniran (Jam)
01/02/2018	6,7	15/02/2018	7,3
02/02/2018	0,4	16/02/2018	10,8
03/02/2018	0,5	17/02/2018	10,8
04/02/2018	3	18/02/2018	11
05/02/2018	0	19/02/2018	10,5
06/02/2018	0,6	20/02/2018	5
07/02/2018	2	21/02/2018	0
08/02/2018	8,8	22/02/2018	1,8
09/02/2018	10,7	23/02/2018	4
10/02/2018	10,6	24/02/2018	1,1
11/02/2018	9,8	25/02/2018	0,3
12/02/2018	8,9	26/02/2018	0,5
13/02/2018	10,9	27/02/2018	6,4
14/02/2018	10,7	28/02/2018	0

Dari data yang diperoleh kita dapat melihat potensi yang dapat dihasilkan dari lama penyiniran matahari. BMKG Kabupaten Sambas sendiri melakukan pengukuran lama penyiniran matahari secara manual menggunakan Campbell Stokes. Campbell stokes terdiri dari bola pejal terbuat dari bahan gelas dengan diameter 4 inchi yang dipasangkan pada kedudukannya sehingga sinar matahari dapat difokuskan ke arah kartu pias dengan tajam. Kartu pias adalah kartu berskala sebagai alat perekam radiasi matahari. Kartu pias terbuat dari karton, berwarna biru gelap, dapat menyerap dan mudah tersinar oleh radiasi matahari. Pengamatan dilakukan dari jam 8.00 s/d 16.00 (selama 8 jam). Pias dibuat dari kertas khusus dengan tebal 0.4 mm dan hanya akan terbakar pada intensitas radiasi matahari $\geq 0.3 \text{ cal/cm}^2 \text{ menit}$ atau 120 W/m^2 .

Tabel 2 merupakan tabel pengukuran lama penyiniran matahari Kabupaten Sambas yang sudah di rata-rata per jamnya setiap hari pada tahun 2018

Dari data di atas dapat diketahui potensi radiasi sinar matahari rata-rata perhari dapat menghasilkan $31,06 \text{ MJ/m}^2/\text{h}$. Jadi dapat diasumsikan 1m^2 dapat menghasilkan 83 watt. Melihat dari Tabel 3.3 Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamai hanya memerlukan 330 kWh per hari. Jika PLTS akan di pasang di Dusun Pelanjau kita hanya memerlukan $10\text{m} \times 40\text{m} = 400\text{m}^2$ luas tanah agar dapat menghasilkan 330 KWh

3.2 Beban atau Daya yang Akan di Suplai

Penggunaan listrik di dusun tetangga yang teraliri listrik PLN umumnya menggunakan peralatan listrik yang relatif sederhana. Lampu penerangan, televisi, pompa air, penanak nasi, setrika, kipas angin. Jika Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamai yang terdiri 43 rumah memiliki listrik, maka dapat dibuat data beban

Bln	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tgl												
1	1,6	6,7	6,9	10,9	8,8	0,1	2,5	0	3,7	5,3	4,1	1,7
2	3,2	0,4	0	10	11,6	2,1	3	0,9	0	3,1	0	5,7
3	0,7	0,5	6,4	10	7	3,1	1,6	8,5	0	2,7	3,3	5,3
4	5	3	7,2	0	10,9	8	2,8	9,9	4,7	3,4	0	7,5
5	2,2	0	7,5	7,6	0	10,6	3	9,8	3,7	8,5	0	1,7
6	1,2	0,6	3,9	6,5	10,8	10	3,5	9,7	5,5	0,1	8,8	7
7	0	2	1,9	2,7	6,9	8,1	7,7	7,7	1,4	4,7	5	0
8	2,3	8,8	0,7	9,3	0	8,6	8,2	8,7	5,7	3,1	0	2,5
9	7,8	10,7	8,9	9,3	10,6	7,8	9,8	4	2,1	5,4	3,9	0,9
10	1,9	10,6	3,2	0	10,8	6,6	8	6,3	5,4	2,6	4	8,8
11	0	9,8	6,6	0	5,6	6,9	5,1	8	5,8	5,4	3,6	3,8
12	2,9	8,9	6,8	1,9	9,2	4,2	1,7	9,1	0	0	8,9	3,4
13	1	10,9	5,4	3,5	3,9	2,7	9,5	11, 1	8,8	1,3	6,1	0,7
14	0	10,7	0	0	6,3	6,7	9,3	10, 1	8,8	0	3,7	6,2
15	3,5	7,3	9,7	0	6,4	7,2	9,8	9,9	6,4	0	1,8	2,9
16	3,6	10,8	0	0,2	4,4	8,4	10,6	9,6	10, 4	4,2	3	6,2
17	6,3	10,8	7,1	0	0,5	9,8	10,6	7	7,6	1,8	8	6,1
18	0	11	5,4	6,4	6,9	10,3	9,6	8,9	9	2,1	0,5	4,1
19	2,6	10,5	5,2	0	5,9	10,7	7,9	10, 1	0,4	0	9	5,4
20	6,3	5	8,1	7,6	1,9	4,4	9,3	7,7	0	1,3	4,5	7,5
21	3,5	0	5,3	9,4	2,7	10,2	0	4,7	4,4	3,5	4,6	1,4
22	6,3	1,8	4,2	2,6	10	0,5	1,7	3,3	4,9	7	4	2,8
23	7,8	4	9,4	9,8	8,7	6,4	1,3	9,3	3,4	8,8	7,7	5,3
24	8,4	1,1	5,9	0	0	3,4	9,9	0	6,3	6,7	6,6	4,8
25	4	0,3	0	7,5	2,8	3	9,4	0	2,6	5	1,9	9,9
26	5,2	0,5	2,4	3,5	3,2	1,3	1,4	8,9	1,1	1,4	7,4	9,1
27	0	6,4	7,6	8,8	1,9	8	7	6,4	5,1	1,5	6,6	3,8
28	5,5	0	2,8	10,6	8,4	7,2	9,5	1,4	7,1	0	6,8	0
29	1,7	0	4,2	8,7	1,6	5,1	2,1	3,7	4,7	8,3	6,8	5,5
30	5,1	0	9,3	7,9	7,3	4,7	8,6	0	2,1	10, 7	1,4	6,7
31	0	0	9,4	0	8,5	0	4,1	3,7	0	9,1	0	6,1
Rata-Rata	3,3	5,5	5,2	5,2	5,9	6,2	6,1	6,4	4,4	3,8	4,4	4,6

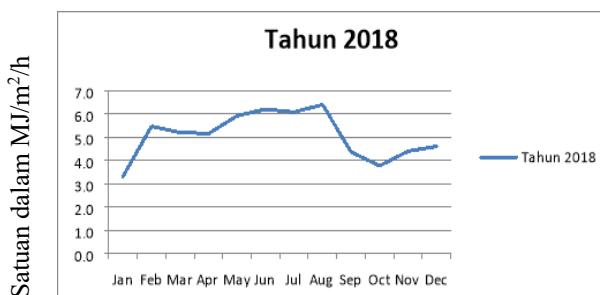
Tabel 3 Hasil konversi lama penyinaran matahari ke MJ/m²/h

Bln Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,6	6,7	6,9	10,9	8,8	0,1	2,5	0	3,7	5,3	4,1	1,7
2	3,2	0,4	0	10	11,6	2,1	3	0,9	0	3,1	0	5,7
3	0,7	0,5	6,4	10	7	3,1	1,6	8,5	0	2,7	3,3	5,3
4	5	3	7,2	0	10,9	8	2,8	9,9	4,7	3,4	0	7,5
5	2,2	0	7,5	7,6	0	10,6	3	9,8	3,7	8,5	0	1,7
6	1,2	0,6	3,9	6,5	10,8	10	3,5	9,7	5,5	0,1	8,8	7
7	0	2	1,9	2,7	6,9	8,1	7,7	7,7	1,4	4,7	5	0
8	2,3	8,8	0,7	9,3	0	8,6	8,2	8,7	5,7	3,1	0	2,5
9	7,8	10,7	8,9	9,3	10,6	7,8	9,8	4	2,1	5,4	3,9	0,9
10	1,9	10,6	3,2	0	10,8	6,6	8	6,3	5,4	2,6	4	8,8
11	0	9,8	6,6	0	5,6	6,9	5,1	8	5,8	5,4	3,6	3,8
12	2,9	8,9	6,8	1,9	9,2	4,2	1,7	9,1	0	0	8,9	3,4
13	1	10,9	5,4	3,5	3,9	2,7	9,5	11,1	8,8	1,3	6,1	0,7
14	0	10,7	0	0	6,3	6,7	9,3	10,1	8,8	0	3,7	6,2
15	3,5	7,3	9,7	0	6,4	7,2	9,8	9,9	6,4	0	1,8	2,9
16	3,6	10,8	0	0,2	4,4	8,4	10,6	9,6	10,4	4,2	3	6,2
17	6,3	10,8	7,1	0	0,5	9,8	10,6	7	7,6	1,8	8	6,1
18	0	11	5,4	6,4	6,9	10,3	9,6	8,9	9	2,1	0,5	4,1
19	2,6	10,5	5,2	0	5,9	10,7	7,9	10,1	0,4	0	9	5,4
20	6,3	5	8,1	7,6	1,9	4,4	9,3	7,7	0	1,3	4,5	7,5
21	3,5	0	5,3	9,4	2,7	10,2	0	4,7	4,4	3,5	4,6	1,4
22	6,3	1,8	4,2	2,6	10	0,5	1,7	3,3	4,9	7	4	2,8
23	7,8	4	9,4	9,8	8,7	6,4	1,3	9,3	3,4	8,8	7,7	5,3
24	8,4	1,1	5,9	0	0	3,4	9,9	0	6,3	6,7	6,6	4,8
25	4	0,3	0	7,5	2,8	3	9,4	0	2,6	5	1,9	9,9
26	5,2	0,5	2,4	3,5	3,2	1,3	1,4	8,9	1,1	1,4	7,4	9,1
27	0	6,4	7,6	8,8	1,9	8	7	6,4	5,1	1,5	6,6	3,8
28	5,5	0	2,8	10,6	8,4	7,2	9,5	1,4	7,1	0	6,8	0
29	1,7	0	4,2	8,7	1,6	5,1	2,1	3,7	4,7	8,3	6,8	5,5
30	5,1	0	9,3	7,9	7,3	4,7	8,6	0	2,1	10,7	1,4	6,7
31	0	0	9,4	0	8,5	0	4,1	3,7	0	9,1	0	6,1
Rata-Rata	3,3	5,5	5,2	5,2	5,9	6,2	6,1	6,4	4,4	3,8	4,4	4,6

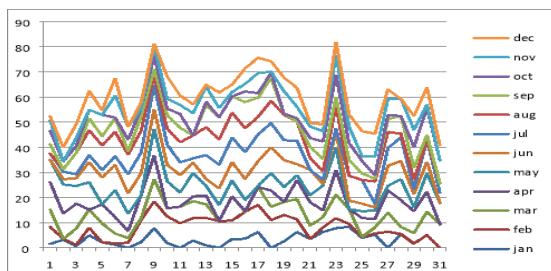
dan pola oprasional sehari-hari yang mirip dengan dusun tetangga

Pola penggunaan peralatan listrik ini digunakan sebagai acuan untuk menghasilkan kapasitas energi listrik yang digunakan setiap jamnya dalam satu hari serta besar energi listrik per harinya. Dibawah ini menunjukan profil

beban dengan beban punjak 25 kW. Penjelasan mengenai rata-rata penggunaan energi listrik yang digunakan setiap jamnya dalam satu hari di Dusun pelanjau RT 13 Sukadamai terdapat pada Tabel 4



Gambar2 Grafik Lama Penyinaran matahari



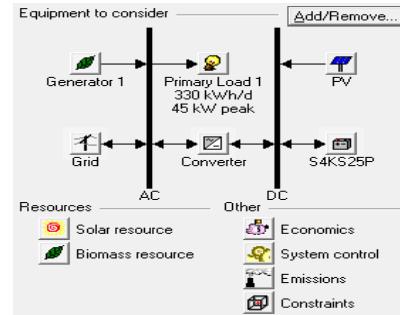
Gambar 3 Grafik Lama Penyinaran Matahari Dalam Satu Tahun

Tabel 4 Rata Rata Beban Listri Harian

Jam	Rata - Rata (kWh)	Jam	Rata - Rata (kWh)
00:00 - 01:00	5.50	12:00 - 13:00	15.50
01:00 - 02:00	5.50	13:00 - 14:00	18.16
02:00 - 03:00	5.50	14:00 - 15:00	10.15
03:00 - 04:00	5.50	15:00 - 16:00	10.28
04:00 - 05:00	10.15	16:00 - 17:00	10.28
05:00 - 06:00	23.10	17:00 - 18:00	24.32
06:00 - 07:00	24.50	18:00 - 19:00	24.80
07:00 - 08:00	20.05	19:00 - 20:00	22.52
08:00 - 09:00	20.07	20:00 - 21:00	18.16
09:00 - 10:00	10.25	21:00 - 22:00	18.52
10:00 - 11:00	7.05	22:00 - 23:00	10.15
11:00 - 12:00	7.05	23:00 - 00:00	5.50

3.2 Analisis Optimasi HOMER

Perancangan system menggunakan software Homer. Komponen sistem yang digunakan terdiri dari PV Array, Biomassa, Concerter, Baterai dan Grid



Gambar 4 Peracangan Konfigurasi Homer Energi

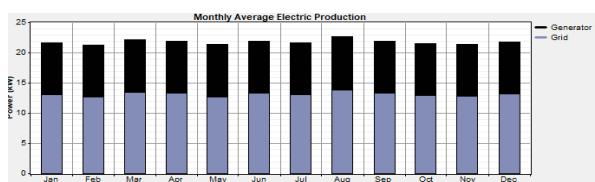
Homer telah melakukan simulasi terhadap lebih dari 192 konfigurasi sistem. Konfigurasi terbaik adalah konfigurasi yang memiliki Net Present Cost (NPC) paling kecil. NPC merupakan nilai saat ini dari semua biaya yang muncul selama masa pakai dikurangi semua pendapatan yang diperoleh selama masa pakai. Sedangkan Cost of Energy (COE) merupakan rata-rata per kWh dari energi listrik yang dihasilkan oleh sistem. Berdasarkan hasil simulasi rata-rata energi listrik perhari yang diperlukan adalah sebesar 330 kWh/hari, rata-rata beban listrik sebesar 13,7 kW dan beban puncak yang mungkin terjadi adalah sebesar 44,6 kW dalam satu tahun, sehingga faktor beban yang perbandingan antara rata-rata beban listrik dan beban puncak adalah 0,308

3.3 Hasil Pembangkit Sistem dengan Biomassa

System Architecture: 450 kW Grid 200 kW Generator 1					Total NPC: \$ 7,353 Levelized CO2: \$ 0.005/kWh Operating Cost: \$ 4,675/yr
Cost Summary Cash Flow Electrical Label Grid Emissions Hourly Data					
Production	kWh/yr	%	Consumption	kWh/yr	%
Generator 1	75,600	40	AC primary load	120,450	63
Grid purchases	115,218	60	Grid sales	70,368	37
Total	190,818	100	Total	190,818	100
Quantity	kWh/yr	%	Quantity	kWh/yr	%
Excess electricity	0.00	0.00	Unused electric load	0.00	0.00
Capacity shortage	0.00	0.00			
Quantity	Value				
Renewable fraction	0.396				

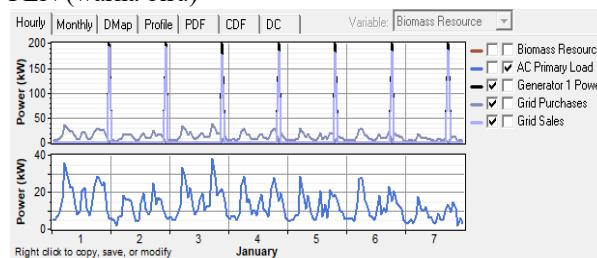
Gambar 5 Daya yang Dibangkitkan Konfigurasi Biomassa

Pada gambar 5 tampak bahwa daya yang dihasilkan pembangkit sebesar 190.818 kWh/tahun, yang tersuplai dari Generator limbah sekam padi dan jerami yang dihasilkan yaitu sebesar 75.600 kWh/tahun (40%) dan grid PLN sebesar 115.218 kWh/tahun (60%). Dengan konsumsi listrik sebesar 120.450 kWh/tahun (63%) dan sisanya dapat dijual ke PLN sebesar 70.368 kWh/tahun (37%). Sistem ini tidak menghasilkan energi sisa. Semua energi listrik yang dihasilkan digunakan oleh beban dan dijual ke Grid (PLN). Dari system diatas juga terlihat bahwa tidak ada beban listrik yang tidak terpenuhi dan tidak pernah terjadi kekurangan kapasitas litrik dalam satu tahun



Gambar 6 Produksi Listrik Perbulan dengan Biomassa

Dari Gambar 6 produksi listrik per bulan menunjukkan bahwa dalam satu tahun relatif stabil. Hal ini dikarenakan pembangkit utama listrik adalah generator limbah sekam padi dan jerami yang dihasilkan (warna hitam) dan yang paling bawah adalah grid suplay dari PLN (warna biru)



Gambar 7 Grafik Produksi dan Konsumsi Listrik

Pada gambar di atas terdapat dua gambar kolom, kolom pertama merupakan kolom dimana listrik menggunakan pembangkit generator, listrik yang dibeli dari PLN, dan listrik yang dijual ke PLN. Sedangkan kolom kedua merupakan grafik listrik yang dikonsumsi oleh Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamedai secara *real time*. Pada kolom pertama (atas), garis hitam adalah listrik yang dibangkitkan dengan generator dari limbah sekam padi dan jerami, dari gambar dapat dilihat bahwa limbah yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan listrik di Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamedai, sedangkan dari PLN untuk mencatu penerangan dusun ketika malam hari, sehingga grafik dari PLN yang berwarna biru tua di malam hari tidak banyak. Grafik pada kolom kedua (bawah) adalah grafik konsumsi listrik di Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamedai yang harus dipenuhi.

Energi listrik yang dibangkitkan oleh generator dapat mencukupi, sehingga dapat dijual kembali ke PLN. Grafik penjualan energi listrik ditunjukkan grafik berwarna biru muda pada kolom atas. Dengan adanya limbah sekam padi dan jerami Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamedai telah mengaplikasikan *renewable energy*.

Keunggulan dari *renewable energy* adalah pasokan energi yang akan terus selalu ada dan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa konfigurasi antara Generator dan PLN memiliki *renewable fraction* yang dihasilkan adalah 0.396, artinya 39,6% pembangkit energy pada Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamedai menggunakan energi terbarukan. *Renewable fraction* yaitu rasio dari pembangkit energi terbarukan

3.4 Analisa Ekonomi Sistem Teroptimal Biomassa

Dari data-data di atas dengan demikian secara rata-rata dengan adanya limbah energi terbarukan dari sekam padi dan jerami Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamedai bisa menjual listrik ke PLN sebesar 70.368 KWh/tahun dan membeli listrik dari PLN untuk catu daya sebesar 115.218 KWh/tahun. Dengan harga jual listrik ke PLN sebesar US\$ 0,25/KWh dan harga beli ke PLN sebesar \$ 0,104/KWh nya, maka bisa dipastikan konfigurasi Generator dan PLN akan surplus dan menguntungkan

Tabel 5 Data Pembelian dan Penjualan Listrik

Month	Energy Purchased (kWh)	Energy Sold (kWh)	Net Purchases (kWh)	Peak Demand (kW)	Energy Charge (\$)	Demand Charge (\$)
Jan	9,698	5,959	3,739	40	-481	0
Feb	8,534	5,409	3,125	42	-465	0
Mar	10,063	5,938	4,125	41	-438	0
Apr	9,573	5,785	3,788	41	-451	0
May	9,490	5,979	3,510	38	-508	0
Jun	9,577	5,766	3,811	40	-446	0
Jul	9,686	5,954	3,732	40	-481	0
Aug	10,294	6,138	4,156	38	-464	0
Sep	9,624	5,756	3,867	39	-438	0
Oct	9,630	5,919	3,711	39	-478	0
Nov	9,256	5,793	3,463	43	-486	0
Dec	9,794	5,973	3,822	39	-475	0
Annual	115,218	70,368	44,850	43	-5,609	0

3.5 Konsfigurasi Sistem dengan PV dan Biomassa

Desain sistem pembangkit dengan menggunakan PV dan energi biomassa yang terbaik untuk Dusun Pelanjau RT 13 Sukadamedai adalah dengan kombinasi di blog kedua.

Double click on a system below for simulation results.												
	PV (kW)	Label (kW)	S4KS25P	Conv. (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Biomass (t)	Label (hrs)	
1	200			450	\$ 67,120	-4,675	\$ 7,363	0.00	0.40	147	378	
1	30	200	10	750	450	\$ 138,700	-1,755	\$ 116,265	0.076	0.57	147	378
1	30	200		750	450	\$ 135,520	-1,430	\$ 117,241	0.076	0.61	147	378
1				450	\$ 0	12,527	\$ 160,134	0.104	0.00			
1	200	10	750	450	\$ 136,300	5,437	\$ 205,802	0.134	0.37	147	378	
1	30	10	750	450	\$ 71,580	15,735	\$ 272,730	0.177	0.34			
1	30	750	450	\$ 68,400	16,002	\$ 272,955	0.177	0.38				
1	10	750	450	\$ 69,180	22,954	\$ 362,613	0.236	0.00				

Gambar 8 Hasil Kalkulasi Konfigurasi Homer Energi

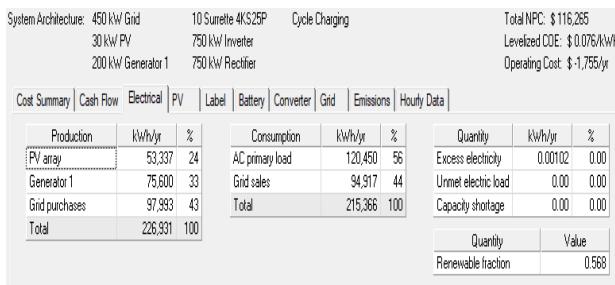
Gambar diatas menunjukkan hasil optimasi dari parameter-parameter komponen yang di input ke dalam Homer. Dari konfigurasi sistem dapat kita lihat di blog kedua dengan spesifikasi 30 KW PV, 750 KW converter, 5 unit baterai dan terhubung ke grid 450 KW.

Tabel 6 Hasil konfigurasi sistem paling optimal Homer Energi

	Konfigurasi	Keterangan
PV (kW)	30	konfigurasi menggunakan 30 KW PV
Battery (Units)	5	konfigurasi menggunakan 5 unit battery
Converter (kW)	750	konfigurasi menggunakan 750 KW converter
Grid (kW)	450	konfigurasi berlangganan PLN 450 KW
Initial Capital (\$)	\$ 138,700	keseluruhan biaya investasi sebesar \$ 138,700
Operating Cost (\$/thn)	\$ -1,755	biaya operasional setiap tahun sebesar \$ -1,755

NPC (\$)	\$ 116.265	dana pengeluaran dikurangi surplus sebesar \$ 116.265
COE (\$/KW)	0.076	rata-rata listrik yang dihasilkan sebesar \$ 0,076/KW

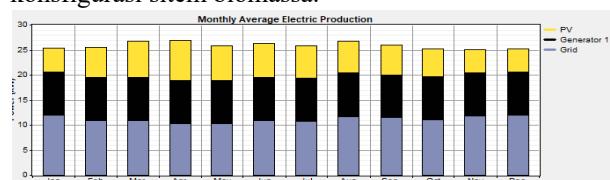
3.6 Hasil Pembangkit Sistem dengan PV dan Biomassa



Gambar 9 Daya yang Dibangkitkan Konfigurasi PV dan Biomassa

Pada gambar di atas daya yang dihasilkan pembangkit PV dan Biomassa sebesar 226.931 kWh/tahun, yang tersuplay dari PV Array 53.337 (24%), Generator limbah sekam padi dan jerami yang dihasilkan yaitu sebesar 76.600 kWh/tahun (33%) dan grid PLN sebesar 97.993 kWh/tahun (43%). Dengan konsumsi listrik sebesar 120.450 kWh/tahun (56%) dan sisanya dapat dijual ke PLN sebesar 94.917 kWh/tahun (44%). Sistem ini tidak menghasilkan energi sisa. Semua energi listrik yang dihasilkan digunakan oleh beban dan dijual ke Grid (PLN).

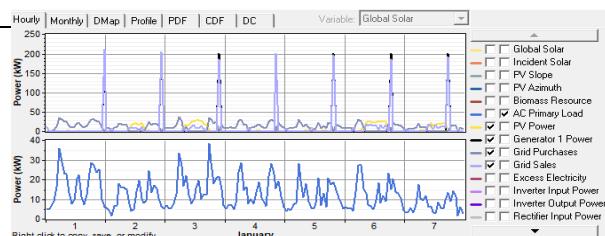
Dari sistem diatas juga terlihat bahwa tidak ada beban listrik yang tidak terpenuhi dan tidak pernah terjadi kekurangan kapasitas listrik dalam satu tahun. Konfigurasi sistem PV dan biomassa dapat menghasilkan listrik lebih banyak dibandingkan konfigurasi biomassa. Hal itu dikarenakan PV dapat membantu menghasilkan listrik untuk Dusun Pelanjau RT 13 Sukadami sehingga dusun tersebut hanya membeli listrik PLN lebih sedikit yaitu hanya 43% nilai ini lebih kecil dari pada hanya menggunakan konfigurasi sistem biomassa.



Gambar 10 Produksi Listrik Perbulan dengan PV dan Biomassa

Dari Gambar 10 menunjukkan bahwa dalam satu tahun relatif stabil. Dapat dilihat pada bagan bahwa ketika musim kemarau listrik yang dibangkitkan akan lebih besar dari pada ketika musim penghujan. Hal ini dapat dilihat pada bagan bulan Maret-Juni. Ketika musim penghujan akan lebih sering terjadi penurunan intensitas radiasi matahari yang disebabkan karena sering adanya

mendung maupun hujan. Hal ini dapat dilihat pada gambar dari bulan November-Januari



Gambar 11 Grafik produksi dan konsumsi listrik

Perbedaan grafik 11 dan 10 adalah terletak pertama (atas), garis hitam adalah listrik yang dibangkitkan dengan generator dari limbah sekam padi dan jerami, sedangkan garis kuning adalah listrik yang di bangkitkan dengan PV. Dari grafik dapat dilihat bahwa PLTS yang mengaplikasikan batrei dapat menyimpan energi listrik yang dihasilkan untuk kebutuhan dimalam hari.

Dengan adanya limbah sekam padi dan jerami serta energi surya sebagai pembangkit, Dusun Pelanjau RT 13 Sukadami telah mengaplikasikan *renewable energy*. Pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa konfigurasi antara PLTS, Generator dan PLN memiliki *renewable fraction* yang dihasilkan adalah 0.568, artinya 56,8% pembangkit energy pada Dusun Pelanjau RT 13 Sukadami menggunakan energi terbarukan. Nilai ini lebih besar dari pada konsfigurasi sistem biomassa karena energi yang dihasilkan oleh matahari tidak memiliki polutan.

Tabel 7 Polutan yang Dihasilkan

Pollutant	Emissions (kg/yr)
Carbon dioxide	1,970
Carbon monoxide	0.955
Unburned hydrocarbons	0.106
Particulate matter	0.072
Sulfur dioxide	8.43
Nitrogen oxides	12.6

3.7 Analisa Ekonomi Sistem Teroptimal PV dan Biomassa

Dari data-data di atas dengan demikian secara rata-rata dengan adanya limbah energi terbarukan dari sekam padi dan jerami serta energi matahari Dusun Pelanjau RT 13 Sukadami bisa menjual listrik ke PLN sebesar 94.917 kWh/tahun dan membeli listrik dari PLN untuk catu daya sebesar 97.993 kWh/tahun. Hal ini dapat dinyatakan seimbang, maka bisa dipastikan konfigurasi PLTS, Generator dan PLN akan surplus dan menguntungkan. Berikut adalah persamaannya :

$$4 \text{ Jual ke PLN} = 94.917 \frac{\text{KWh}}{\text{thn}} \times \$0,25/\text{KWh}$$

$$= \$ 23.729/\text{thn}$$

$$\text{Beli dari PLN} = 97.993 \frac{\text{KWh}}{\text{thn}} \times \$0,104/\text{KWh}$$

$$= \$ 10.191/\text{thn}$$

$$\text{Surplus} = \$ 23.729/\text{thn} - \$ 10.191/\text{thn}$$

= \$ 13.538/thn

Secara perhitungan setiap tahun energi dari limbah sekam padi dan jerami serta tenaga surya surplus sebesar \$ 13.538. Tabel 4.11 akan menjabarkan rincian keuangan masuk dan keluar sehingga didapatkan surplus setiap tahunnya.

Tabel 8 Data Pembelian dan Penjualan Listrik

Month	Energy Purchased (kWh)	Energy Sold (kWh)	Net Purchases (kWh)	Peak Demand (kW)	Energy Charge (\$)	Demand Charge (\$)
Jan	8.887	7.904	983	42	-1.052	0
Feb	7.305	7.352	-47	44	-1.078	0
Mar	8.107	8.307	-200	42	-1.234	0
Apr	7.388	8.288	-901	44	-1.304	0
May	7.631	8.327	-696	41	-1.288	0
Jun	7.886	7.893	-7	43	-1.153	0
Jul	8.031	8.034	-3	44	-1.173	0
Aug	8.679	8.198	482	41	-1.147	0
Sep	8.254	7.692	561	42	-1.065	0
Oct	8.284	7.703	580	41	-1.064	0
Nov	8.558	7.518	1.040	46	-989	0
Dec	8.984	7.700	1.284	42	-991	0
Annual	97.993	94.917	3.077	46	-13.538	0

$$Payback period = \frac{\$ 138.700}{\$ 13.538/thn} = 10,24 \text{ tahun}$$

Konfigurasi sistem pembangkit PLTS dan biomassa ini membutuhkan investasi sebesar \$ 138.700. Nilai ini lebih besar dari pembangkit biomassa sendiri dikarenakan biaya yang dikeluarkan lebih besar untuk mendesain PV dan membeli batrei. Tetapi *payback period* yang dihasilkan lebih kecil karena dengan sistem konfigurasi PLTS dan biomassa dapat menghasilkan energi listrik yang lebih banyak. Sehingga surplus lebih besar. Jadi dalam kurun waktu selama 10.24 tahun ini sudah bisa mengembalikan modal yang dikeluarkan. Akan tetapi perlu diingat bahwasannya setiap 5 tahun sekali, harus ada peremajaan *converter* sebesar \$ 66.000,00. Dalam jangka waktu 25 umur sistem pembangkit ini berarti butuh 5 kali peremajaan *converter*.

$$\begin{aligned} \text{Payback period all} &= \frac{\$ 138.700 + (\$ 13.200)}{\$ 13.538/thn} \\ &= \frac{\$ 151.900}{\$ 13.538/thn} = 11,22 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Jadi melalui perhitungan *payback* keseluruhan akan mengembalikan modal dalam kurun waktu selama 11,22 tahun. Hal ini dikarenakan adanya penambahan biaya peremajaan.

Tabel 9 Nominal Cash Flow Konfigurasi

Year	Nominal Cash Flow	
	Current System	
	Annual (\$)	Cumulative (\$)
0	138.700	138.700
1	13.538	125.162
2	13.538	111.628
3	13.538	98.086
4	13.538	84.548
5	338	84.210
6	13.538	70.672
7	13.538	57.134
8	13.538	43.596
9	13.538	16.520
10	338	16.182

11	13.538	2.644
12	13.538	16.182
13	13.538	29.720
14	13.538	43.288
15	13.538	56.826
16	13.538	70.364
17	13.538	83.902
18	13.538	97.440
19	13.538	110.978
20	338	111.316
21	13.538	124.854
22	13.538	138.392
23	13.538	151.930
24	13.538	165.468
25	13.538	179.006

Sesuai dengan analisa perhitungan sebelumnya bahwasannya *payback period* akan berlangsung selama 11,22 tahun. Perlu diketahui, *lifetime* untuk pembangkit konfigurasi ini adalah selama 25 tahun. Sehingga tahun setelahnya sampai dengan tahun ke 25 merupakan keuntungan bagi Dusun yang terus bisa menjual listrik ke PLN sebesar \$ 94.917/tahun

4.4 Perbandingan Sistem Optimal dengan Grid

Suatu sistem pembangkit baru akan terus dibandingkan dengan sistem grid yang telah lama ada dan terbukti mampu mencukupi kebutuhan energi listrik pelanggan. Pada Hasil konsfigurasi HOMER diketahui nilai dari *operating cost* untuk grid biomassa adalah sebesar \$ -4.675 dan *operating cost* untuk grid PV dan biomassa adalah sebesar \$ -1.755. Nilai ini mengartikan bahwa dari pembangkit limbah sekam padi dan jerami serta tenaga surya Dusun Pelanjau RT 13 Sukadarmai juga berlangganan pada PLN sebagai catu daya maka tagihan yang harus dibayar Dusun Pelanjau RT 13 Sukadarmai adalah sebesar \$ 4.675 untuk pembangkit biomassa dan \$ 1.755 untuk pembangkit PV dan biomassa setiap tahunnya.

Maksud dari perbandingan sistem optimal dengan grid adalah membandingkan *payback period* investasi kombinasi Generator dan PLTS apabila setiap bulannya tetap mengalokasikan anggaran sebagaimana berlangganan PLN. Sistem konfigurasi ini membutuhkan *payback period* selama 11 tahun dengan angsuran setiap tahunnya murni 100% dari surplus, sehingga apabila dibandingkan dengan grid asumsinya adalah “akan menjadi berapa lamakah *payback period* apabila setiap tahunnya juga membayar sebesar tagihan PLN?”

- Angsuran tahunan sistem konfigurasi biomassa $\text{Angsuran / tahun (komparasi)} = \$ 13.538 + \$ 4.675 = \$ 18.213$
- Angsuran tahunan sistem konfigurasi PV dan biomassa $\text{Angsuran / tahun (komparasi)} = \$ 13.538 + \$ 1.755 = \$ 15.293$

Melalui persamaan 2.10 nilai angsuran setiap tahun untuk kasus perbandingan atau komparasi dengan grid dapat diketahui, yaitu sebesar \$ 18.213/tahun dan \$ 15.293/tahun. Dengan nilai *initial capital* yang sama bisa mencari *payback periodnya*. Berikut adalah persamaanya :

- *Payback period* tahunan sistem konfigurasi biomassa

$$\text{Payback period} = \frac{\$ 67.120}{18.231/\text{tahun}} = 3,7 \text{ tahun}$$

- *Payback period* tahunan sistem konfigurasi PV dan biomassa

$$\text{Payback period} = \frac{\$ 138.700}{15.293/\text{tahun}} = 9,1 \text{ tahun}$$

Dari persamaan di atas didapatkan *payback period* selama 3,7 tahun untuk konfigurasi biomassa dan 9,1 tahun untuk konfigurasi PV dan biomassa. Jadi semakin besar angsuran maka *payback period* nya akan semakin cepat juga, begitupun sebaliknya.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil Optimasi Homer, tentang potensi kesediaan bahan bakar alternatif dari limbah sekam padi dan jerami di Kecamatan Tebas, dapat disimpulkan bahwa : energi terbarukan untuk pembangkit listrik Biomassa, jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh model sistem dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di Dusun Pelanjau RT 13 Sukadarmai, dengan kedua sistem dapat dibandingkan, jika hanya menggunakan potensi limbah sekam padi dan jerami kita hanya memerlukan modal awal (*initial capital*) sebesar \$ 67.120. dan memerlukan waktu balik modal yaitu sekitar 11 tahun tanpa tagihan grid dan 5 tahun dengan tagihan grid. Sedangkan jika ingin menambahkan PV harus mengeluarkan modal sebesar \$ 138.700 dan memerlukan waktu balik modal yaitu selama 10 tahun tanpa tagihan grid dan 9 tahun dengan tagihan grid . Maka dari itu sistem Homer menunjukkan bahwa potensi limbah sekam padi dan jerami tanpa PV adalah konfigurasi yang paling optimal, konfigurasi sistem yang paling optimal untuk diterapkan di Dusun Pelanjau RT 13 Sukadarmai, adalah 200 KW converter, dan dengan berlangganan PLN 450 KW. Sistem optimal juga menunjukkan bahwa energi listrik yang dihasilkan dapat disalurkan ke grid (PLN), sehingga dapat menjadi pemasukan kas di Dusun Pelanjau RT 13 Sukadarmai serta adanya konfigurasi sistem yang dihasilkan software homer energy menerapkan energy terbarukan sebagai pembangkitnya. Hal ini dibuktikan dengan komposisi penyusun konfigurasi sistem berupa Generator biomassa serta PLTS memiliki renewable fraction 56,8%. Jadi energi alternatif yang dihasilkan dari radiasi sinar matahari serta limbah sekam padi dan jerami dapat menyediakan energi listrik untuk Dusun Pelanjau, Desa Bukit Sigoler, Kecamatan Tebas dan dapat memberikan

Daftar Pustaka

- [1] “buku-teknis-membangun-sarana-prasarana desa gUNARLAN.pdf.”
- [2] T. Iskandar, “PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF MELALUI KONVERSI THERMAL,” vol. 12, no. 1, p. 6, 2012.
- [3] A. Almu, “ANALISA NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN PADA BRIKET,” vol. 4, no. 2, p. 6, 2014.
- [4] U. B. Surono, “Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan,” J. Rekayasa Proses, vol. 4, no. 1, p. 6, 2010.
- [5] I. Febijanto, “POTENSI BIOMASA INDONESIA SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGGANTI ENERGI FOSIL,” vol. 9, no. 2, p. 11, 2007.
- [6] A. F. Mulyadi, I. A. Dewi, and P. Deoranto, “PEMANFAATAN KULIT BUAH NIPAH UNTUK PEMBUATAN BRIKET BIOARANG SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF,” vol. 14, no. 1, p. 9.
- [7] “Jalal Rosyidi Soelaiman - 081810201044.pdf.”
- [8] J. E. Putro, C. R. Handoko, H. Widodo, M. B. Rahmat, and A. Z. Arfianto, “Pemanfaatan Teknologi Tenaga Matahari sebagai Sumber Energi bagi Petani Porang di Magetan,” p. 5, 2017.
- [9] F. Sheriff, D. Turcotte, and M. Ross, “PV TOOLBOX: A COMPREHENSIVE SET OF PV SYSTEM COMPONENTS FOR THE MATLAB®/SIMULINK® ENVIRONMENT,” p. 12.
- [10] Wikipedia. 2019. Biomassa. (Online), [http://id.wikipedia.org/wiki/Biomassa_\(ekologi\)](http://id.wikipedia.org/wiki/Biomassa_(ekologi)) diakses 23 November 2019.