

Studi Kelayakan Teknis Dan Konsep Desain Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Dengan Kapasitas 10 MW Di Kotawaringin Barat

M.Yudi M Solihin¹, Raharjo¹

¹Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

Email: yudi_m_s@univpancasila.ac.id, raharjo190777@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai bentuk upaya pemerintah untuk mendorong penggunaan energy terbarukan yang ramah lingkungan, serta untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak (BBM) atau bahan bakar fosil di Indonesia yang tertuang dalam Peraturan Presiden atau PERPRES No.05/2006, serta dalam upaya mempercepat pencapaian target EBT sebagaimana diamanatkan oleh peraturan pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (PP KEN) dan Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional (Perpres RUEN), yang berimplikasi mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi impor energi fosil, memperbaiki neraca perdagangan, dan meningkatkan sumber devisa negara, karena potensinya yang sangat besar di Indonesia, salah satu sumber energi yang dapat dimanfaatkan dan belum mendapatkan banyak perhatian adalah energi biomassa yang salah satunya adalah berasal dari kayu. Sebelum tahap pembangunan perlu mengkaji dan menentukan beberapa bidang ilmu dan teknologi yang terkait dengan pembangunan tersebut seperti mengetahui pemanfaatan potensi ketersediaan bahan baku studi biomassa, menentukan teknologi konversi, menghitung kapasitas, serta penentuan lokasi. Kajian multi disiplin ilmu tersebut akan menentukan kelayakan pembangunan PLTBm. Pertimbangan aspek teknis ketersediaan sumber bahan bakar biomassa untuk Pembangkit listrik tenaga biomassa 1 x 10 MW adalah 141.436,80 Ton/Tahun, lahan yang diperlukan adalah 3.519 Ha, dari hasil studi kelayakan teknis ini bahwa PLTBm di Kotawaringin Barat menentukan jenis kayu yang terbaik adalah kayu jabon dan sebagai alternative pengganti adalah wood pellet/ pellet kayu dengan mempertimbangkan Nilai Moisture Content dan Nilai Calorific Value, karena ini akan sangat menentukan sistem pembakaran pada PLTBm. Berdasarkan perhitungan Heat Balance, konsumsi woodchip untuk PLTBm di kotawaringin barat dengan kapasitas 1 x 10 MW membutuhkan 16,37 Ton/jam atau 141.436,80 Ton/Tahun. Sedangkan konsumsi wood pellet adalah 10,34 Ton/jam atau 83.381,76 Ton/tahun berdasarkan kondisi dan teknologi proses konversi energi biomasa menjadi energi listrik menggunakan metode Direct Firing dengan menggunakan boiler tipe stocker jenis grate overfeed. Untuk Nett Power Output didesain pada daya sebesar 10 MW, sedangkan Gross Power Output didesain pada daya 12,5 MW.

Kata Kunci: PLTBm, Tekonologi konversi biomassa, boiler, daya output

ABSTRACT

As a form of the government's efforts to encourage the use of environmentally friendly renewable energy, as well as to reduce the use of fuel oil (BBM) or fossil fuels in Indonesia as stated in Presidential Regulation or PERPRES No.05/2006, as well as in an effort to accelerate the achievement of the NRE target as mandated by government regulation Number 79 of 2014 concerning the National Energy Policy (PP KEN) and Presidential Regulation Number 22 of 2017 concerning the General Plan National Energy (Perpres RUEN), which has implications for reducing greenhouse gas emissions, reducing fossil energy imports, improving the trade balance, and increasing the country's foreign exchange sources, because of its enormous potential in Indonesia, one of the energy sources that can be utilized and has not received much attention is biomass energy, one of which is derived from wood. Before the development stage, it is necessary to study and determine several fields of science and technology related to the development, such as knowing the utilization of the potential availability of biomass study raw materials, determining conversion technology, calculating capacity, and determining the location. The multi-disciplinary study will determine the feasibility of the construction of the PLTBm. Consideration of the technical aspects of the availability of biomass fuel sources for 1 x 10 MW biomass lenaga power plants is 141,436.80 Tons / Year, the required land is 3,519 Ha, from the results of this technical feasibility study that the PLTBm in Kotawaringin Barat determines the best type of wood is jabon wood and as an alternative substitute is wood pellets / wood pellets taking into account the Moisture Value of Moisture Content and Calorific Value, because this will largely determine the combustion system on the PLTBm. Based on heat balance calculations, the woodchip consumption for the PLTBm in the

western city of Kotawaringin with a capacity of 1 x 10 MW requires 16.37 Tons/hour or 141,436.80 Tons/Year. While the consumption of wood pellets is 10.34 tons / hour or 83,381.76 tons / year based on the conditions and technology of the process of converting biomass energy into electrical energy using the Direct Firing method using a grate overfeed type stocker type boiler. The Nett Power Output is designed at a power of 10 MW, while the Gross Power Output is designed at a power of 12.5 MW.

Keywords: *PLTBm, Biomass conversion technology, boiler, output power*

I. PENDAHULUAN

Sebagai bentuk upaya pemerintah untuk mendorong penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan, serta untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak (BBM) atau bahan bakar fosil di Indonesia yang tertuang dalam Peraturan Presiden atau PERPRES No.05/2006, serta dalam upaya mempercepat pencapaian target EBT sebagaimana diamanatkan oleh peraturan pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (PP KEN) dan Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional (Perpres RUEN), yang berimplikasi mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi impor energi fosil, memperbaiki neraca perdagangan, dan meningkatkan sumber devisa negara, karena potensinya yang sangat besar di Indonesia, salah satu sumber energi yang dapat dimanfaatkan dan belum mendapatkan banyak perhatian adalah energi biomassa yang salah satunya adalah berasal dari kayu. Dalam rangka turut berpartisipasi dan dengan tujuan mengembangkan usahanya, Perusahaan berkonsorsium dengan perusahaan lainnya membentuk struktur bisnis SPC sebagai IPP untuk berencana membangun Pembangkit Listrik Tenaga Uap Berbahan Bakar Biomasa (PLTBm) yaitu kayu dalam bentuk serpihan (chip) dengan kapasitas 1 X 10 MW.

Rencana pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap berbahan bakar biomassa (PLTBm) dengan kapasitas 1 x 10 MW tepatnya di Desa Kerabu, Kecamatan Arut Utara, Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah dengan koordinat 1110 58,67 ' E, 020 03,75'S, untuk memenuhi kebutuhan listrik khususnya di Pangkalan Bun, Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah.

Sebagai sumber utama air baku untuk PLTBm diambil dari Sungai Arut yang memiliki debit air rata-rata tahunan 114,38 m³/detik (berdasarkan BMKG, Stasiun Meteorologi Provinsi Kalimantan Tengah, 2006). Berdasarkan survei situs, meninjau peta dan mendukung analisis data dari kriteria dasar untuk kebutuhan situs, telah diidentifikasi 3 (tiga) lokasi yang

memungkinkan di daerah PT. Egrendo Consession, District Kotawaringin Barat.

Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan efisiensi boiler pada Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBm) dengan menggunakan bahan baku kayu yang sudah berupa serpihan (chip) di Kabupaten Kotawaringin Barat. Efisiensi adalah suatu tingkatan kemampuan kerja dari suatu alat. Sedangkan efisiensi pada boiler adalah prestasi kerja atau tingkat unjuk kerja boiler atau ketel uap yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh fluida kerja di dalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar. Untuk tingkat efisiensi pada boiler atau ketel uap, tingkat efisiensinya berkisar antara 70% hingga 90%. [1] Panas yang diterima seluruhnya digunakan untuk terjadi perubahan fase. Apabila diperlukan, pemanasan dapat dilanjutkan dari uap jenuh menjadi uap super panas. [2] Sistem boiler terdiri dari sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar. [3]

Turbin uap merupakan suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. [4] Perubahan kecepatan uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin. [5]

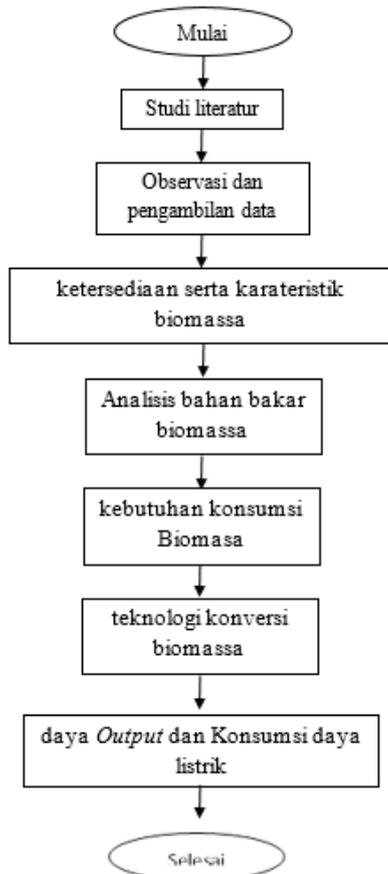
Untuk mencapai tujuannya, yaitu dapat membangun PLTBm di Kotawaringin Barat dengan kapasitas 1X10 MW perlu dilakukan kegiatan awal kajian kelayakan teknik yang biasa dilakukan pada pembangunan proyek PLTBm, di antaranya lokasi yang mendukung ketersediaan dan kebutuhan bahan bakar biomassa, karakteristik bahan bakar biomassa, kebutuhan konsumsi biomassa, teknologi konversi biomassa, daya output dan konsumsi daya listrik, dan potensi pemanfaatan limbah.

Pembangunan suatu unit pembangkit harus mengikuti hukum dan peraturan yang berlaku serta adanya dukungan dari pemerintah bagi pengembangan sistem kelistrikan di Indonesia. [6] Pada tanggal 1 September 2009 Pemerintah bersama DPR (Dewan Perwakilan Rakyat) telah menyetujui Undang-Undang

mengenai ketenagalistrikan yang terkandung dalam UU No. 30 Tahun 2009 [7].

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan untuk studi atau kajian kelayakan proyek ini terdiri dari sumber data, periode data dan pengolahan data, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

A. Variabel Penelitian

Aspek-aspek yang meliputi penelitian ini yaitu ketersediaan dan karakteristik bahan bakar biomasa PLTBm di Kotawaringin Barat. Analisis bahan bakar kayu, kebutuhan konsumsi biomasa, teknologi konversi biomassa yang akan digunakan, dan daya output dan konsumsi daya listrik PLTBm di Kotawaringin Barat.

a) Ketersediaan Biomassa.

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan atau limbah. Sumber biomassa sangat tergantung kondisi wilayah yang bersangkutan terutama dalam hal kesinambungan, khususnya jika dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

b) Properti Biomassa

Karakteristik dari material biomassa yang akan digunakan sebagai bahan bakar berdampak langsung pada desain, operasi dan kinerja pembangkit listrik, dan juga akan berdampak pada cara menangani bahan bakar, misalnya pengumpulan, pengangkutan, pretreatment, dan penyimpanan.

c) Jenis bahan bakar yang akan digunakan

Sesuai dengan uraian yang sudah dipaparkan di atas, bahwa untuk menentukan jenis bahan bakar yang terbaik sebagai bahan bakar biomassa adalah kayu jabon (*wood chip*) dan pelet kayu (*wood pellet*) pertimbangan utama adalah Nilai Moisture Content dan Nilai Calorific Value, karena kedua untuk ini akan sangat menentukan sistem pembakaran pada PLTBm.

d) Kebutuhan konsumsi Biomasa

Kebutuhan konsumsi biomassa merupakan analisa perhitungan kebutuhan yang berdasarkan perhitungan *Heat Balance*, konsumsi *woodchip* untuk PLTBm Kotawaringin Barat dengan kapasitas 1 x 10 MW

e) Teknologi konversi Biomasa

Konversi biomassa merupakan proses konversi biomassa menjadi energi yang akan digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik atau panas. Sebagian besar teknologi pembangkit listrik biomassa di dunia menggunakan sistem pembakaran langsung (*direct fire*). Proses pembakaran langsung ini terjadi dengan melibatkan pembakaran energi biomassa dengan udara. Teknologi ini menggunakan boiler dengan jenis *stocker* atau *fluidized bed* dan pembakaran dengan *Metode Co-Firing*.

Besarnya daya yang dibangkitkan dari sistem Pembangkit Tenaga Biomassa saat ini masih dibawah 50 MW. Hal ini terkait dengan banyaknya bahan biomasanya sendiri. Berbeda dengan pembangkit listrik tenaga batu bara yang mampu menghasilkan daya sampai saat ini dapat mencapai sekitar 1.000 MW. Bahan bakar biomassa dibakar dalam boiler untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi yang digunakan untuk memutar turbin yang selanjutnya disambung dengan generator untuk menghasilkan tenaga listrik.

f) Daya Output dan Konsumsi daya listrik

Terdapat dua definisi *output* daya; *output* daya kotor (*gross*) dan *output* daya bersih (*nett*). *Gross Power Output* artinya *output* daya listrik di terminal generator tanpa memperhitungkan *losses* dan konsumsi daya listrik sistem *auxiliary* (*auxiliary power consumption*). Sedangkan *Net Power Output* adalah *output* daya listrik yang

dapat disalurkan setelah dikurangi dengan losses dan auxiliary power consumption.

Untuk Nett Power Output didesain pada daya sebesar 10 MW, sedangkan *Gross Power Output* didesain pada daya 12,5 MW. Daya *output* yang dihasilkan oleh pembangkit juga akan digunakan untuk memberikan suplai daya ke sistem *auxiliary* (*auxiliary power consumption*).

g) Potensi Pemanfaatan Limbah sebagai Sumber Daya

Kayu sebagai bahan bakar akan menimbulkan efek berupa emisi pencemar maka dapat diketahui bahwa polutan-polutan yang dihasilkan energi fosil yang berakibat buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Untuk mencegah dampak yang ditimbulkan oleh emisi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik khususnya pada penggunaan kayu, maka perlu dilaksanakan pencegahan dengan penggunaan teknologi yang hasil akhirnya dapat menguntungkan secara ekonomi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Bahan baku tanaman energi

Penanaman kayu akan dilakukan di hutan dengan pola pengelolaan HTI. Untuk PLTBm dengan energi biomasa dari kayu, ketersediaan kayu harus berkesinambungan sehingga tidak menjadi kendala pengoperasian pembangkit listrik berkapasitas 10 MW. Total area konsesi HTI untuk tanaman kayu sebagai bahan bakar biomasa PLTBm sekitar 11.000 Ha (*Gross*). Dalam 1 Ha akan dapat menghasilkan kayu sekitar 3.000 batang dengan panjang 8 meter dengan diameter 20 cm Ha

Sehingga untuk 1 Ha akan menghasilkan volume kayu :

$$= 1.000 \times 3,14 \times 0,25 \times (0,2)^2 \times 8 = 251,2 \text{ m}^3.$$

Dengan berat jenis kayu = 0,8 Ton / m³, maka dalam 1 Ha akan menghasilkan kayu seberat 251,2 m³ x 0,8 Ton = 200,96 Ton.

Kebutuhan bahan bakar untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa 1 x 10 MW adalah 141.436,80 Ton/Tahun. Maka kebutuhan lahan yang diperlukan untuk menghasilkan kayu sebesar 141.436,80 Ton/Tahun adalah = 141.436,80 / 200,96 = 703,8 Ha. Untuk keperluan pemenuhan kebutuhan bahan bakar sampai dengan 5 Tahun diperlukan lahan seluas = (141.436,80 x 5) / 200,96 = 3.519 Ha.

B. Bahan baku limbah industri (*wood pellet*)

Sesuai dengan uraian sebelumnya bahwa untuk menentukan jenis bahan bakar biomassa yang terbaik sebagai bahan bakar biomassa pertimbangan utama adalah Nilai *Moisture Content* dan Nilai *Calorific Value*, karena kedua untuk ini akan sangat menentukan sistem pembakaran pada PLTBm.

Rincian Data Hasil Analisis Jenis *wood pellet* seperti ditunjukkan pada Tabel. 1.

Table 1. Hasil Analisa *wood pellet*

Parameter	Unit	AR	DB.
Total Moisture content	%, wt	9.88	
- Volatile component	%, wt	71.58	79.43
- Ash Content	%, wt	1.58	1.75
- Fixed Carbon	%, wt	16.96	18.82
Total Sulfur	%, wt	0.07	0.08
Gross Calorific Value	kcal/kg	4279	4748
Bulk Density	kg/m ³	0.892	0.58

Perbandingan *Boiler Tipe Stoker* dan *Fluidized Bed*.

a) Efisiensi.

Efisiensi *boiler* dapat didefinisikan sebagai persentase dari energi bahan bakar yang diubah menjadi energi uap. Faktor utama yang dapat mempengaruhi dalam pembakaran biomassa adalah kadar air yang terdapat didalam bahan bakar, udara dan bahan bakar yang tidak terbakar. Berdasarkan data *Council of Industrial Boiler Owners* (CIBO), efisiensi *stoker boiler* dan *fluidized bed boiler* adalah antara 65-85%. Beberapa jenis bahan bakar biomassa sangat berpengaruh pada efisiensi, karena bahan bakar dengan nilai kalor tinggi dan kandungan air rendah dapat menghasilkan efisiensi hingga 25% lebih tinggi dari bahan bakar yang memiliki nilai kalor rendah dan kandungan air tinggi.

Boiler biomasa biasanya dioperasikan dengan menggunakan udara yang lebih banyak sehingga dapat mencapai pembakaran yang sempurna, namun ini akan memiliki dampak negatif pada efisiensi. Berdasarkan pengalaman CIBO menunjukkan bahwa efisiensi boiler dapat ditingkatkan 1% untuk setiap penurunan 15% udara berlebih.

Tabel 2 menunjukkan perbandingan efisiensi dari *stoker boiler* biomasa dan *fluidized bed boiler* yang dioperasikan dengan 50% udara berlebih dengan suhu gas buang ke cerobong sebesar 350°F. Efisiensi diestimasi berdasarkan *metode heat-loss*, yakni cara menentukan efisiensi *boiler* dengan mengukur *heat loss* individu (dinyatakan dalam persen dari input panas).

Seperti dapat dilihat dalam Tabel tersebut, kehilangan energi terbesar di boiler adalah panas yang meninggalkan *stack*. Kerugian ini dapat mencapai 30 % sampai 35% khususnya terjadi pada boiler tua dan kurang terpelihara. Tabel tersebut menunjukkan bahwa penurunan kadar air dari bahan bakar 30-0%, akan meningkatkan *thermal efficiency* sekitar point 6%. Perkiraan ini dengan asumsi bahwa rasio udara dan bahan bakar dipertahankan dengan mengatur masukan udara berdasarkan kondisi kandungan air. Jika jumlah udara tidak berkurang ketika bahan bakar yang masih basah memasuki boiler maka efisiensi akan turun, bahkan lebih buruk lagi pada saat *moisture content* bahan bakar meningkat.

Perbedaan utama dalam efisiensi antara *stocker boiler* dan *fluidized bed boiler* yaitu jumlah sisa bahan bakar yang tidak terbakar. Seperti terlihat pada Tabel 2, efisiensi *fluidized bed boiler* lebih baik dibandingkan dengan *stocker boiler* karena kerugian pembakaran yang lebih rendah. Karbon di dalam *ash* untuk *stocker boiler* dapat mencapai 30% sampai 40% termasuk *material volatile* tambahan dan CO dalam gas buang, sementara sistem *fluidized bed boiler* dapat mencapai pembakaran hampir 100%. Turbulensi yang terjadi di ruang bakar dan dengan adanya inersia termal dari material bed menjadikan pembakaran sempurna, terkontrol, dan uniform. Faktor-faktor ini merupakan kunci untuk memaksimalkan efisiensi termal, meminimalkan char, dan mengendalikan gas buang.

Tabel 2. Efisiensi Boiler Biomasa

Characteristic	Biomass Stoker		Biomass Fluidized Bed	
	Dry	As Received	Dry	As Received
Excess air (%)	50	50	50	50
Dry flue gas (lb/lb fuel)	15.25	11.85	15.25	11.85
Final exhaust temp (°F)	175	175	175	175
High heating value (HHV) of the fuel (Btu/lb)	3960	2344	3960	2344
Moisture content of fuel (%)	0	28.08	0	28.08
Hydrogen percent in the fuel (%)	6.49	4.62	6.49	4.62
Efficiency Losses				
Dry flue gas losses (%)	4.31	4.31	10.2	10.2
Moisture in fuel (%)	0	4.54	0	4.63
Latent heat (%)	6.69	6.69	6.84	6.84
Unburned fuel (%) ⁽¹⁾	3.51	3.51	0.25	0.25
Radiation and miscellaneous (%) ⁽²⁾	2.5	2.5	2.03	2.03
Total Combustion Losses (%)	17.01	21.55	19.32	23.95
Boiler Efficiency HHV Basis (%)	82.99	78.45	80.68	76.05

Notes:

(1) Estimated

(2) Includes radiation, moisture in air, and other miscellaneous issues

Daya Output dan Konsumsi Daya Listrik untuk Sistem Auxiliary.

Terdapat dua definisi *output* daya; output daya kotor (*gross*) dan *output* daya bersih (*nett*). *Gross Power Output* artinya *output* daya listrik di terminal generator tanpa memperhitungkan *losses* dan konsumsi daya listrik sistem *auxiliary* (*auxiliary power consumption*). Sedangkan *Net Power Output* adalah output daya listrik yang dapat disalurkan setelah dikurangi dengan *losses* dan *auxiliary power consumption*.

Untuk *Nett Power Output* didesain pada daya sebesar 10 MW, sedangkan *Gross Power Output* didesain pada daya 12,5 MW. Daya *output* yang dihasilkan oleh pembangkit juga akan digunakan untuk memberikan suplai daya ke sistem *auxiliary* (*auxiliary power consumption*). Terdapat 2 jenis *auxiliary power consumption*, sebagai berikut :

- Mandatory Auxiliary Power Consumption* merupakan *power consumption* yang diperlukan oleh sistem *auxiliary* untuk menunjang operasi pembangkit. Sistem *auxiliary* ini meliputi : *Boiler Feed Pump, Condensate Pump, Circulating Water Pump, Force Draft Fan, Induced Draft Fan* dan lainnya.
- Balance Of Plant Auxiliary Power Consumption* merupakan daya listrik yang diperlukan untuk operasinya sistem *Balance Of Plant*. Sistem *Balance Of Plant* meliputi sistem material handling, compressed air system, sistem HVAC (heating, ventilation, dan air-conditioning), woodchipper, dan lainnya.

Losses yang terjadi merupakan rugi-rugi yang terdapat di transformer yaitu; *losses* di *generator transformer* dan *losses* di *unit auxiliary transformer*. *Losses* yang terdapat di transformer meliputi *iron losses, copper losses* dan *transformer aux power*. Estimasi total *losses* di transformer sekitar **276,5 kW**.

Total auxiliary power consumption dan losses =
Power consumption sistem auxiliary power +
Power consumption sistem balance of plant +
transformer losses.

Jadi total *auxiliary power consumption* = 1108.48 + 600 + 276.5 = **1984.98 kW**

Net Output =

Generator Output – Auxiliary power consumption
Output bersih berdasarkan persamaan seperti di atas adalah **10,515 MW**.

Pemanfaatan Limbah

Sisa pembakaran kayu didalam boiler berupa abu yang terkumpul dimana saja didaerah sepanjang ruang bakar sampai dengan cerobong (*chimney*). Abu hasil pembakaran dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu abu yang mengendap (abu kasar) dan abu terbang (*fly ash*) bersama asap. Abu yang mengendap akan jatuh terkumpul dan ditampung dibagian bawah boiler (*bottom ash hopper*). Hopper penampung abu dipasang pada beberapa lokasi boiler, yaitu *Furnace Bottom Ash Hopper, Air Heater Hopper, Economizer Hopper* dan *Electrostatic Precipitator Hopper*. Abu dapat didaur ulang dan digunakan sebagai konstituen untuk bahan konstruksi.

Pengolahan limbah yang telah diterapkan pada PLTBm di Kotawaringin Barat adalah pembuangan pada lahan pembuangan, pada lahan yang disediakan di belakang pembangkit. Pada kasus ini maka akan disediakan kolam sedimentasi dengan kapasitas yang memadai sebagai pelengkap lahan pembuangan abu sebelum air buangan (*storm water* dan *drainase*) dialirkan ke sungai.

Untuk pemanfaatan abu ada banyak penggunaan yang mungkin dapat dilakukan pada industri bangunan diantaranya sebagai campuran bahan pada pabrik semen, untuk campuran pembuatan batako dan sebagai campuran beton yang unggul dari segi kekuatan dan bisa menjadi nilai tambah bagi perusahaan cukup ekonomis.

Limbah-limbah hasil pembakaran dengan menggunakan kayu sebagai bahan bakar berupa *fly ash* dan *bottom ash* akan dimanfaatkan menjadi batako. Sebelumnya limbah ditempatkan pada sejumlah luas ruang lahan, kemudian limbah tersebut dicampur dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*) bersama-sama dengan altras dan semen.

Setelah pencampuran, adonan kemudian dimasukkan ke dalam mesin cetak batako (mesin *press*) yang memiliki kapasitas pencetakan 3.000-4.000 pcs setiap produksinya. Setelah batako dicetak, batako dijemur dibawah sinar matahari dan jika sudah kering batako siap dipasarkan. Apabila ada batako yang rusak atau gagal dalam proses pembuatannya, batako dihancurkan dengan *crusher* agar dapat digunakan kembali sebagai bahan campuran baru.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terdapat beberapa substance (material) biomasa yang dapat dimanfaatkan

sebagai bahan bakar, yakni limbah hutan, limbah pertanian, limbah makanan, limbah industri, dan tanaman energi. Sumber bahan baku biomassa untuk PLTBm kotawaringin barat termasuk biomassa tanaman energi. Penanaman kayu akan dilakukan di hutan dengan pola pengelolaan HTI. kebutuhan bahan bakar untuk Pembangkit listrik tenaga biomassa 1 x 10 MW adalah 141.436,80 Ton/Tahun lahan yang diperlukan adalah 3.519 Ha

2. Menentukan jenis bahan bakar yang terbaik sebagai bahan bakar biomassa selain pertimbangan ketersediaan bahan biomassa yang ada, pertimbangan utama lainnya adalah Nilai Moisture Content dan Nilai Calorific Value, karena ini akan sangat menentukan sistem pembakaran pada PLTBm sehingga jenis bahan bakar yang dapat dipergunakan sebagai bahan bakar biomassa ada dua pilihan yaitu Jenis Kayu Jabon (*wood chip*) dan pelet kayu (*wood pelet*)
3. Berdasarkan perhitungan Heat Balance, konsumsi woodchip untuk PLTBm di kotawaringin barat dengan kapasitas 1 x 10 MW membutuhkan 16,37 Ton/jam atau 141.436,80 Ton/Tahun. Sedangkan konsumsi wood pellet adalah 10,34 Ton/jam atau 83.381,76 Ton/tahun.
4. Berdasarkan kondisi dan teknologi maka proses konversi energi biomasa menjadi energi listrik menggunakan metode Direct Firing dengan menggunakan boiler tipe stocker jenis grate overfeed.
5. Untuk Nett Power Output didesain pada daya sebesar 10 MW, sedangkan Gross Power Output didesain pada daya 12,5 MW

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugroho, Agung. "Buku ajar: Teknologi bahan alam." (2017).
- [2] Asmudi. (2010). Analisa Unjuk Kerja Boiler Terhadap Penurunan Daya Pada PLTU PT. Indonesia Power UBP Perak. Jurusan Teknik Perkapalan. Fakultas Teknologi Kelautan. ITS Surabaya. Hal 1-15 diakses di digilib.its.ac.id/public/ITS-

- Undergraduate-9765-Paper.pdf pada tanggal 22 November 2016
- [3] UNEP, “Boiler & Pemanas Fluida Thermis” United Nation Environment Program, 2008
 - [4] Roy. 2009. *Perancangan Turbin Uap untuk PLTGU dengan Daya Generator Listrik 80 MW pada Putaran Turbin 3000 RPM*. Universitas Sumatera Utara.
 - [5] Gunawan. 2009. *Studi Kelayakan Bisnis Layanan SLJJ (Studi Kasus PT. Bakrie Telecom, Tbk)*. Universitas Indonesia.
 - [6] Tenriabeng, BESSE. PERANAN PT. PLN (PERSERO) Dalam Pelayanan Kelistrikan (Suatu Kajian Hukum Ekonomi). Diss. Universitas Hasanuddin, 2013.
 - [7] Muharom 2015 Studi Pembangunan PLTU Batubara Minahasa 2 x 55 di Kema, Minahasa Utara, Sulawesi Utara.