

Pemanfaatan Biomassa Padat Kelapa Sawit Sebagai Energi Baru Terbarukan DI PLTU Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara VI Unit Usaha Bunut

Rozlinda Dewi¹, Umar Djufri¹, Holfy Wijaya²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

*Correspondence email: rozlinda.dewi@unbari.ac.id, holfywijaya022@gmail.com

Abstrak. Kelapa sawit merupakan salah satu pilihan perusahaan perkebunan di Indonesia sebagai energi biomassa. Biomassa adalah bahan organik yang terbuat dari tumbuhan dan hewan yang mengandung energi. Hasil proses pengolahan kelapa sawit terdapat limbah cair dan padat. Limbah cair berupa lumpur dapat diolah kembali menjadi minyak sawit murni dengan beberapa treatment. Limbah padat berupa cangkang (*shell*) dan serabut (*fibre*) berasal dari ampas kelapa sawit digunakan sebagai bahan bakar pada boiler dan dijadikan *steam uap* proses pembangkitan listrik melalui turbin uap dan generatornya. Penelitian pemanfaatan limbah sawit padat serabut dan cangkang dilakukan di PT.Perkebunan Nusantara VI PKS Bunut karena potensi limbahnya besar sebagai sumber bahan bakar alternatif (*renewable energy*) guna menghasilkan listrik PLTU Biomassa. Kapasitas olah pabrik 30 ton TBS/jam menghasilkan limbah padat serabut 3,9 ton dan cangkang 2,1 ton, total limbah padat sebagai bahan bakar 6 ton/jam. Kebutuhan bahan bakar pabrik 4,55 ton/jam sehingga terdapat selisih 1,45 ton/jam. Energi listrik yang dibangkitkan dari pemanfaatan bahan bakar 6 ton/jam adalah 776 kW/Jam, sedangkan energi realisasi yang digunakan pabrik 750 kWh/Jam. Terdapat kelebihan energi sebanyak 2,6 kW/jam. Ini menandakan bahwa pemanfaatan cangkang dan serabut sebagai bahan bakar untuk energi baru terbarukan di PLTU PKS Bunut PT.Perkebunan Nusantara VI termasuk sangat baik.

Kata Kunci: Biomassa, Serabut & Cangkang, , PLTU PKS Bunut

Abstract. Palm oil is one of the choices of growth companies in Indonesia as biomass energy. Biomass is organic matter made from plants and animals that contain energy. The result of the palm oil processing process is liquid and solid waste. Liquid waste in the form of sludge can be reprocessed into pure palm oil with several treatments. Solid waste in the form of shells and fibers (*fibre*) derived from palm pulp is used as fuel in boilers and used as steam steam for the process of generating electricity through turbines. Research on the utilization of solid palm oil waste fibers and shells was carried out at PT. Nusantara Plantation VI PKS Bunut because of its large waste potential as an alternative fuel source (*renewable energy*). Processing capacity of the plant of 30 tons of FFB/hour produces 3.9 tons of fiber solid waste and 2.1 tons of shells, the total solid waste as fuel is 6 tons/hour. The fuel requirement of the plant is 4.55 tons/hour so that there is a difference of 1.45 tons/hour. The electrical energy generated from the utilization of 6 tons/hour of fuel is 776 kW/Hour, while the realization energy used by the factory is 750 kWh/Hour. There is an excess energy of 2.6 kW/hour. This indicates that the use of shells and fibers as fuel for new and renewable energy at the PLTU PKS Bunut PT. Nusantara VI plantations are very good.

Keyword: Biofuel, Shell & Fibre, PLTU PKS Bunut

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu pilihan terbanyak yang digunakan petani dan perusahaan perkebunan di Indonesia sebagai energi biomassa. Biomassa adalah bahan organik yang terbuat dari tumbuhan dan hewan, yang mengandung energi tersimpan di dalamnya. Hasil dari proses pengolahan kelapa sawit terdapat limbah cair dan padat. Limbah cair berupa lumpur dapat diolah lagi menjadi minyak sawit murni dengan beberapa treatment. Limbah padat terdiri dari cangkang (*shell*) dan serabut (*fibre*) berasal dari ampas kelapa sawit. digunakan sebagai bahan bakar pada boiler dan dijadikan *steam uap* proses pembangkitan listrik melalui turbin uap dan generatornya.

Penelitian pemanfaatan limbah sawit padat serabut dan cangkang dilakukan di PT.Perkebunan Nusantara VI PKS Bunut karena potensi limbahnya besar sebagai

sumber bahan bakar alternatif (*renewable energy*) guna menghasilkan listrik PLTU Biomassa.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

PLTU merupakan pembangkit tenaga yang bergantung pada energi aktif uap untuk menghasilkan energi listrik, yaitu mengubah energi senyawa listrik dengan memanfaatkan uap air sebagai cairan fungsinya. Uap air yang digunakan sebagai cairan diperoleh dari pengapian di ketel karena respon senyawa bahan bakar PLTU yang menghangatkan air dari pemanas.

Derajat perubahan energi utama yang terjadi pada suatu PLTU adalah transformasi energi esensial menjadi energi panas (kalor) dilakukan di pembakaran pemanas uap PLTU. Energi panas ini kemudian dipindahkan ke dalam air di saluran pemanas untuk mengirimkan uap yang dikumpulkan dalam drum dari ketel. Uap dari

aliran drum pemanas ke turbin uap, dalam turbin uap energi (*enthalpy*) uap diubah menjadi energi mekanik penggerak generator, akhirnya energi dalam turbin uap ini dapat diubah menjadi energi listrik oleh generator. [1]

Proses Terjadinya Bahan Bakar PLTU

Cara pengadaan bahan bakar PLTU melalui tahapan sebagai berikut:

Hasil panen kelapa sawit dari perkebunan dikirim dengan truk ke pabrik kelapa sawit dan diproses sebagai berikut :

1. Sterilizer

Tahap awal adalah perebusan tandan buah segar dengan menggunakan *Sterilizer* untuk memisahkan brondolan dari janjang kosong

2. Threshe

Pada tahap perebusan tidak semua brondolan terpisah dari janjang kosong sehingga dilakukan pemisahan lagi menggunakan *Harvester*. Janjang kosong yang telah terpisah dari brondolan dikirim ke penampungan melalui konveyor yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman

3. Press

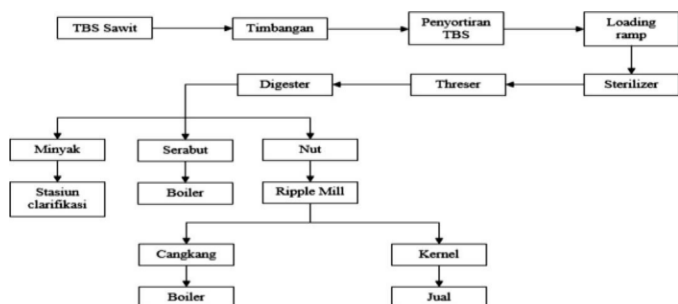
Brondolan dimasukkan ke dalam *Digester* untuk menghasilkan minyak kelapa sawit berupa *Crued Palm Oil (CPO)*. Kulit dari brondolan yang keluar dari digester menjadi serabut halus (*Fiber*).

4. Kernel Plant

Fiber yang berasal dari janjang kosong dan kulit brondolan di gunakan sebagai bahan bakar pada PLTU dan nut (biji sawit) yang keluar dari digester diproses lagi di dalam *cleaning drum* yang bertujuan untuk memisahkan fiber yang masih menempel pada nut.

5. Ripple Mill

Nut dipecah menggunakan *Ripple Mill* menghasilkan cangkang dan kernel. Part dijual sehingga menghasilkan minyak kelapa sawit berupa *Crued Palm kernel Oil (CPKO)* yang diolah oleh pabrik lain sedangkan cangkang digunakan sebagai bahan bakar ketel pada PLTU.[2]



Gambar 1. Siklus Proses Terjadinya Bahan Bakar PLTU [2]

Proses Produksi PLTU

Bahan baku utama dalam produksi pembangkit

listrik tenaga uap (PLTU) adalah air waduk, yang digunakan untuk compositions pada PLTU. Waduk merupakan sungai milik masyarakat yang dibendung sebagian, dan jaraknya tidak terlalu jauh dari lokasi PLTU.

Air dari sumber diproses melalui *water treatment* sehingga menghasilkan air yang dapat digunakan pada PLTU dengan kadar pH air sebesar 8,0 - 9,5..

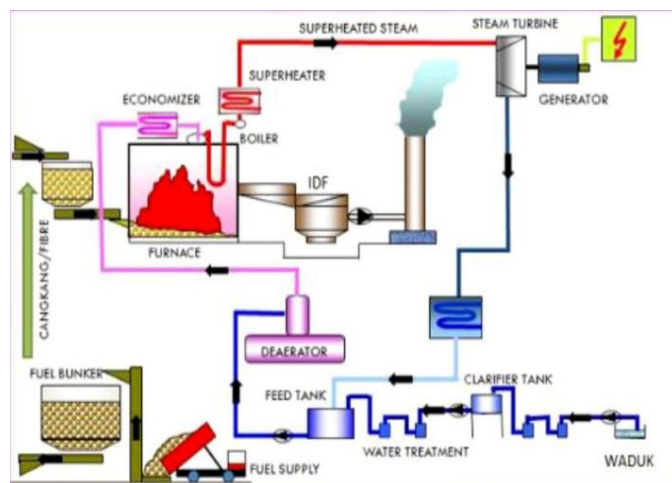
Air dari *water treatment* dipanaskan terlebih dahulu melalui *feed tank* sehingga mencapai suhu 90°C, kemudian dipanaskan lagi didalam deaerator mencapai suhu 110°C, dari daerator air dipompa menuju ke *economizer* (Penyaring air) dan dipanaskan lagi sehingga mencapai suhu 200°C - 220°C.

Air dari *economizer* dipompa menuju ke dalam heater dan dipanaskan lagi dengan menggunakan bahan bakar cangkang dan serabut sehingga menghasilkan uap.

Uap dari pemanasan air di dalam *evaporator* dikeringkan dengan menggunakan *superheater* sehingga menghasilkan temperatur uap sebesar 300°C dan tekanan uap sebesar 40 bar.

Uap tersebut digunakan untuk memutar turbin uap dengan putaran rata-rata sebesar 5400 rpm.

Poros dari turbin uap terhubung dengan rotor generator pada PLTU sehingga rotor generator berputar dan menghasilkan energi listrik. Energi listrik tersebut digunakan untuk mensuplai *compositions* kerja pabrik sawit serta penerangan perumahan.[2]



Gambar 2. Siklus Proses Produksi PLTU [2]

Energi Biomassa (*Biofuel*)

Energi Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang berasal dari bahan-bahan biologis, seperti tanaman, pertanian, perkebunan, limbah industri dan limbah rumah tangga yang bersifat organik

Pembakaran bahan yang bersifat organik menghasilkan energi panas dan uap. Prinsip dasarnya adalah ketika tanaman memperoleh energi dari sinar matahari melalui *expositions fotosintesis*, maka *Expositions* tersebut didukung oleh air, unsur hara dalam tanah, dan CO₂ dari atmosfer. Dari *expositions*

fotosentesis, tanaman akan tumbuh dan menghasilkan bahan organik pada dan membentuk daun, bunga dan buah. Ketika biomassa diolah menjadi energi, maka akan melepaskan CO₂ ke atmosfer. Siklus tersebut merupakan bagian dari siklus karbon yang lebih pendek dibanding *expositions* CO₂ yang dihasilkan oleh minyak bumi atau gas alam.

Oleh karena itu, CO₂ yang berasal dari biomassa tidak memiliki dampak bagi kesetimbangan CO₂ di atmosfer. Hal inilah yang dimanfaatkan sebagai upaya terciptanya energi berkelanjutan.[3]

Keunggulan dan Pemanfaatan Biomassa

1. Salah satu sumber energi alternatif bersumber dari tanaman yang dapat tumbuh kembali.
2. Bermanfaat mengurangi impor bahan bakar fosil dan secara langsung membantu meningkatkan kemandirian energi.
3. Biomassa yang berasal dari limbah membantu mengurangi tingkat polusi.
4. Pemanfaatan biomassa dari limbah bermanfaat mengubah sampah menjadi sumber energi yang bermanfaat.
5. Penggunaan biomassa merupakan langkah ramah lingkungan daripada menggunakan bahan bakar fosil. [3]

Kelemahan Biomassa

1. Sumber biomassa berupa kayu untuk kayu bakar dapat menimbulkan efek perubahan iklim yang lebih buruk dibanding energi fosil. Oleh karena itu, penggunaan kayu sebagai sumber energi sebaiknya berasal dari kayu limbah pabrik dan bukan dari kayu hasil penebangan hutan.
2. Penanaman kayu memerlukan lahan yang luas untuk memenuhi kebutuhan energi biomassa. Akibatnya lahan untuk tanaman pangan akan digantikan oleh tanaman pohon, sehingga timbul ancaman kelaparan.
3. Teknologi untuk mengubah bahan baku energi menjadi energi biomassa saat ini masih belum cukup efisien serta membutuhkan biaya yang besar.[3]

Ketel Uap (Boiler)

Ketel uap atau *boiler* adalah komponen yang berfungsi sebagai tempat untuk menghasilkan uap dan energi kinetiknya dimanfaatkan untuk memutar turbin [3]. Air merupakan media utama yang diolah di dalam *heater* yang akan diproses untuk menghasilkan steam (uap). Sistem heater terdiri dari:

- a. Sistem air umpan
- b. Sistem steam (uap)
- c. Sistem bahan bakar

Sistem air umpan menyediakan air secara otomatis sesuai dengan kebutuhan steam. Air umpan merupakan air yang disuplai ke *heater* untuk diubah menjadi steam. Berbagai *valve* juga disediakan untuk perawatan dan

perbaikan dari sistem air umpan, penanganan air umpan diperlukan sebagai bentuk pemeliharaan untuk mencegah terjadi kerusakan pada sistem steam. Sistem steam mengumpulkan dan mengontrol produksi steam dalam *heater*.

Metode yang digunakan dalam perhitungan kapasitas uap boiler pada PLTU adalah metode langsung, dimana energi yang terkandung dalam steam dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam bahan bakar *boiler*. [4]

Limbah Kelapa Sawit

Limbah adalah kotoran atau buangan merupakan komponen penyebab pencemaran terdiri dari zat atau bahan yang tidak mempunyai kegunaan lagi bagi masyarakat. Limbah kelapa sawit adalah sisa hasil tanaman yang tidak termasuk kedalam produk utama atau hasil ikutan dari pengolahan kelapa sawit.

Limbah pengolahan kelapa sawit digolongkan dalam tiga jenis yaitu:

- a. Limbah padat berupa cangkang, serabut dan tandan kosong yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler*.
- b. Limbah cair berupa lumpur bekas pengolahan sawit yang dapat dimurnikan kembali menjadi minyak murni dengan *oil rough palm treatment*.
- c. Limbah gas berasal dari cerobong pronto dan uap air buangan dialirkan melalui cerobong *quickly* setinggi 25 meter dari permukaan tanah dan belum ada penelitian lebih lanjut untuk limbah gas ini.

Dalam satu hektar tanaman sawit akan menghasilkan 2,1 ton TBS/bulan dan limbah padat yang dihasilkan pada *compositions* pengolahan kelapa sawit. Dari setiap ton tandan buah segar menghasilkan cangkang 7 %, serabut 13 %, tandan kosong (TKS) 23 % dan limbah cair 60 %. Limbah padat cangkang dan serabut setiap ton TBS mencapai 190 kg. Limbah padat lainnya adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) atau TBK yang mencapai 230 kg, Jumlah TKKS ini sangat besar di pabrik kelapa sawit. [5]

Energi Biomassa Sawit

Energi biomassa sawit dapat dihasilkan dari produk samping sawit yang dapat dilihat dari nilai energi panas (*calorific worth*). Nilai energi panas untuk masing-masing produk samping sawit adalah:

- a. cangkang 20.093 kJ/kg,
- b. serat 19.055 kJ/kg,
- c. tandan bukil kosong 18.795 kJ/kg,
- d. batang 17.471 kJ/kg
- e. pelepah 15.719 kJ/kg. [6].

Cangkang dan serabut dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dalam pabrik kelapa sawit. Serabut yang dihasilkan dari pabrik minyak sawit

adalah ampas serabut yang diproduksi dari stasiun *fiber cyclone* setelah melewati *compositions* ekstraksi melalui unit screw press.

Cangkang merupakan bagian *withering* keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit. Cangkang sawit memiliki banyak kegunaan serta manfaat bagi industri, usaha dan rumah tangga, diantaranya produk bernilai ekonomis tinggi, yaitu karbon aktif, pronto cair, fenol, briket arang, dan tepung tempurung.

Cangkang sawit memiliki kegunaan sebagai :

- Bahan baku arang (sawit) atau *charcoal*.
- Bahan bakar untuk *boiler*.
- Bahan campuran untuk makanan ternak.
- Pengeras jalan/pengganti aspal, khususnya di perkebunan sawit.

Pabrik pengolahan kelapa sawit memanfaatkan ampas serabut dan cangkang sebagai bahan bakar pada stasiun *boiler* yang menghasilkan uap untuk pembangkit tenaga listrik yang menggerakkan mesin-mesin pabrik dan untuk pengolahan minyak kelapa sawit.[6]

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah :

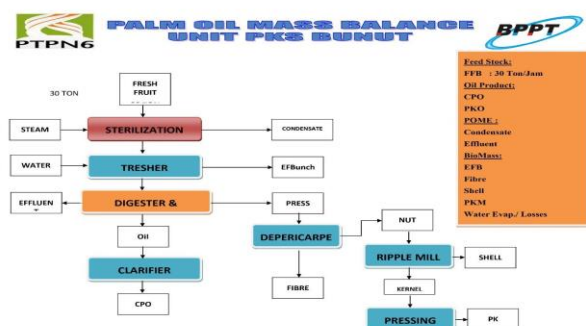
- Metode penelitian kuantitatif non eksperimental.**
Metode ini menggambarkan keadaan obyek yang diteliti dipaparkan sesuai fakta yang ada, konkrit, teramati dan terukur yaitu mengungkapkan kajian terhadap pemanfaatan limbah padat serabut dan cangkang dari pabrik kelapa sawit PT. Perkebunan Nusantara VI sebagai bahan bakar alternatif untuk menghasilkan listrik.
- Studi Literatur**
Melakukan pengumpulan data pustaka dan mengelolah bahan penelitian sebagai landasan teori penelitian tentang pemanfaatan biomassa padat kelapa sawit sebagai energi baru terbarukan di PLTU PKS Bunut.
- Observasi dan Pengumpulan Data**
Mengamati dan observasi ke PKS Bunut PT.Perkebunan Nusantara VI kemudian melakukan pengumpulan data yang terdiri dari data Primer dari pengamatan langsung dan data sekunder yaitu data dari perusahaan tempat dilakukannya penelitian melalui manajemen PT.Perkebunan Nusantara VI unit Usaha Bunut.
- Pengolahan Data, Perhitungan dan Data hasil Perhitungan**
Data jumlah perkebunan sawit, Data jumlah kapasitas produksi buah sawit, Jumlah limbah padat serabut dan cangkang, Data Spesifikasi pembangkit listrik yang digunakan, Nilai kalori dari limbah padat Serabut dan cangkang. Data Hasil Perhitungan didapatkan dari hasil perhitungan dan analisa terhadap daya yang dihasilkan dari biomassa kelapa sawit di PT. Perkebunan Nusantara VI.

e. Validasi Data dan Pembuatan Laporan

Melakukan validasi terhadap data hasil perhitungan yang di dapat kepada pihak manajemen dan selanjutnya pembuatan laporan setelah mendapatkan validasi data dari pihak perusahaan PT.Perkebunan Nusantara VI Unit Usaha Bunut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skema Produksi Bahan Bakar PLTU PKS Bunut PTPN VI



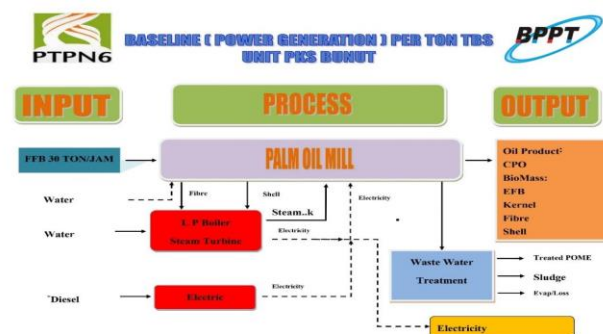
Gambar 3 Alur Produksi Bahan bakar PLTU PKS Bunut PTPN VI [7]

Tandan Buah Segar yang diolah di pabrik ini menghasilkan :

- CPO (Minyak Sawit)
- Inti sawit
- Serabut
- Cangkang

Proses pengolahan sawit, pabrik ini menghasilkan Limbah padat berupa serabut dan cangkang yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler* yang akan menghasilkan listrik untuk memenuhi kebutuhan yang diperlukan di PLTU PKS Bunut PTPN VI.

Alur Proses Pemanfaatan Limbah Padat Menjadi Listrik Tenaga Uap Di PLTU PKS Bunut PTPN VI



Gambar 4. Base line power generation PLTU PKS Bunut PTPN VI [7]



Gambar 5. Alur Produksi PLTU PKS Bunut PTPN VI [7]

Proses produksi energi listrik PT.Perkebunan Nusantara VI menggunakan cara kerja uap air yang bersirkulasi secara tertutup pada boiler sebagai alat produksi utama yang memproduksi uap yang nantinya digunakan untuk Turbin dan generator sebagai pembangkit listriknya dengan daya maksimal 1,2 MW dengan konsumsi steam sebanyak 25 kg/kWh. Siklus tertutup artinya menggunakan cara yang sama secara berulang-ulang [7].

Urutan sirkulasi adalah sebagai berikut :

1. Bahan bakar berupa limbah padat cangkang dan serabut dengan komposisi serabut 75% dan cangkang 25% dimasukkan kedalam ruang pembakaran dengan cara dimasukkan melalui *fuel distributing conveyor*.
2. Air diisikan ke ketel uap hingga mengisi penuh seluruh luas permukaan pemindah panas. Di dalam boiler air ini dipanaskan dengan gas panas hasil bakaran bahan bakar dengan udara sehingga berubah menjadi uap dengan suhu di dalam boiler berkisar 85-215°C.
3. Uap hasil produksi boiler dengan tekanan 20 bar dan temperatur maksimal 222°C diarahkan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan daya mekanik berupa putaran.
4. Generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan, sehingga ketika turbin berputar dihasilkan energi listrik dari terminal output generator.
5. Uap bekas keluar turbin masuk ke kondensor untuk didinginkan dengan air pendingin agar berubah kembali menjadi air yang disebut air kondensat. Air kondensat hasil kondensasi uap kemudian digunakan lagi sebagai air pengisi boiler. Demikian siklus ini berlangsung terus menerus dan berulang-ulang.

Jumlah Ketersediaan Bahan Bakar PLTU PKS Bunut PTPN VI

Berdasarkan data yang didapatkan dari PT.Perkebunan Nusantara VI, PKS Bunut saat ini memiliki kapasitas olah sebanyak 30 ton/jam dengan produksi limbah padat berupa fiber sebanyak 13% dan cangkang 7% dari hasil produksi di tiap jamnya [7].

Maka dapat dihitung ketersediaan bahan bakar sebagai berikut :

INPUT PABRIK

1. Kapasitas Olah/Jam = 30 Ton TBS / Jam

OUTPUT PABRIK

1. Produksi Fiber

Kapasitas olah/Jam x 13 % Fiber = 30 Ton TBS / Jam x 13% = 3,9 ton/jam

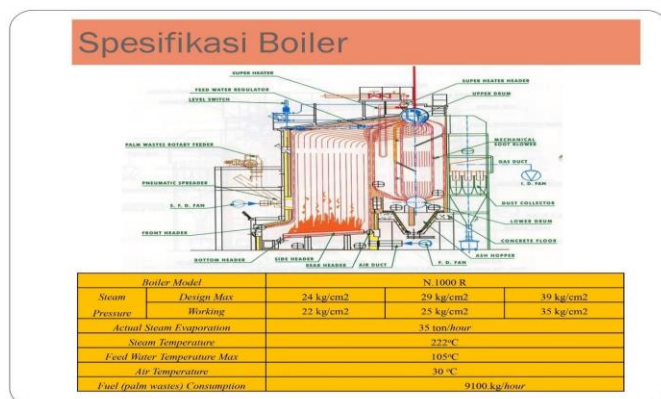
2. Produksi Cangkang

Kapasitas olah/Jam x 7 % Cangkang = 30 Ton TBS / Jam x 7% = 2.1 ton/jam

Jumlah ketersediaan bahan bakar = 3,9 + 2,1 = 6 ton Jam

Jadi dengan kapasitas olah pabrik sebesar 30 ton/jam akan menghasilkan bahan bakar sebanyak 6 ton/jam

Jumlah Kebutuhan Bahan Bakar PLTU PKS Bunut PTPN VI



Gambar 6 Spesifikasi Boiler Takuma N 1000 R [7]

Boiler yang digunakan di PKS Bunut PTPN VI adalah merk Takuma Water Tube Boiler Type N1000 R, dengan spesifikasi teknis sebagai berikut :

- a. Kapasitas tekanan steam 22-35 Bar,
- b. Kekuatan mengirim steam sebanyak 35 Ton/jam
- c. Suhu steam 222°C
- d. Temperature air boiler maksimal 105°C
- e. Konsumsi bahan bakar sebanyak 9,1 ton/jam apabila kapasitas olah memenuhi kapasitas pabrik yaitu 60 Ton TBS/Jam.

Oleh karna kapasitas olah saat ini hanya 30 Ton TBS/Jam maka konsumsi bahan bakar boiler menjadi 30/60 x 90,1ton/jam = 45,5 ton/Jam dengan komposisi 75% fiber dan 25% cangkang, dan real daya yang dihasilkan boiler ke turbin adalah 25 kW/jam, dan konsumsi steam sebesar 25 kg steam/kWh [7], Jadi didapatkan lah perhitungan kebutuhan bahan bakar sebagai berikut :

1. Kebutuhan bahan bakar / Jam

Konsumsi bahan bakar boiler = 4,55 Ton/Jam

2. Kebutuhan Fiber

Konsumsi bahan bakar / Jam x komposisi fiber = 4,55 Ton/Jam x 75% = 3,4 ton/Jam

3. Kebutuhan Cangkang

Konsumsi bahan bakar / Jam x Komposisi Cangkang = 4,55 Ton/Jam x 25% = 1,1 ton/Jam

Jadi kebutuhan bahan bakar boiler sebanyak 4,55 Ton/Jam.

Perhitungan Daya Listrik yang Dihasilkan Serabut dan Cangkang

Perhitungan daya listrik yang dihasilkan serabut dan cangkang dengan perhitungan total produksi steam dan nilai kalor bahan bakar serabut dan cangkang dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Nilai Kalor bahan bakar

- Cangkang = 3.840 kcal/Kg
- Fiber = 2.818 kcal/Kg
- Enthalpy air umpan = 584,27 kcal/kg₂₀

2. Produksi Steam = hasil produksi/jam x nilai kalor x efisiensi boiler

Enthalpy air umpan untuk :

- Fiber = 3,900 kg /jam x 2.818 kcal / kg x 70% = 13,167 kg steam/jam (584,27 kcal/kg)
- Cangkang = 2,100 kg /jam x 3.840 kcal / kg x 70% = 9,661 kg steam/jam (584,27 kcal/kg)

Jadi produksi steam/jam adalah sebagai berikut:

- Fiber = 13,167 kg / Jam
- Cangkang = 9,661 kg / Jam
- Total = 13,167 + 9,661 (- 15% Loss) = 19, 403.8 kg Steam/Jam

Energi listrik yang dibangkitkan

a. Turbine Generator F102315-2

Turbin yang digunakan pada PLTU PT. Perkebunan Nusantara VI Unit Usaha Bunut adalah *High Pressure Turbin*, Generator yang digunakan pada PLTU ini adalah model F102315-2 tipe *self-shunt static excitation h₂o-h₂-h₂ cooled generation unit*. Dengan Spesifikasi sebagai berikut [7] :



Gambar Steam Turbine

Gambar 7 Steam Turbine [7]

Dengan spesifikasi teknis sebagai berikut :

- Model : ELLIOTT F102315-2 Daya Output Max : 1200 kW
- Tekanan Masuk : 20 Bar Tekanan Keluar : 3 Bar
- Temperatur *Steam* : 250 °C Kecepatan Putaran : 4500 rpm
- Konsumsi *Steam* : 25 kg steam/kWh

b. Power yang dibangkitkan

Power = $\frac{\text{Produksi Steam (kg steam/jam)}}{\text{kg steam/jam}} = 19,403.8$

Konsumsi Steam (kg Steam / kWh) = 25 kg steam/kWh

Sehingga didapat total daya pembangkitan per jam adalah 776 kW

Energi Realisasi yang digunakan

Power Real = TBS diolah (Ton/jam) x Real Daya (kW/jam)

Power Real = 30 Ton/jam x 25 kWh / Jam = 750 kW/Jam

Sehingga Energi listrik yang digunakan pabrik adalah = 750 kW/Jam.

Real daya adalah daya yang digunakan untuk perangkat boiler sebelum turbin di hidupkan.

Kelebihan bahan bakar = 6 - 4,55 = 1.45 ton jam

Kelebihan energi yang dihasilkan = 776 - 750 = 26 kW/jam

SIMPULAN

Berdasarkan data dan perhitungan diatas maka didapat simpulan sebagai berikut :

- Kapasitas olah pabrik 30 Ton TBS/Jam menghasilkan Limbah padat berupa fiber sebanyak 3,9 Ton dan cangkang 2,1 Ton jadi total produksi bahan bakar sebanyak 6 Ton per Jam. Kebutuhan bahan bakar pabrik 4,55 ton/jam. Kelebihan bahan bakar sebesar 1,45 ton/jam,
- Energi listrik yang dapat dibangkitkan dari pemanfaatan bahan bakar sebanyak 6 ton/jam adalah 776 kW/Jam. Energi realisasi yang digunakan pabrik

hanya 750 kWh/Jam Kelebihan energi yang dihasilkan sebesar 26 kW/jam

3. Kelebihan bahan bakar dan kelebihan energi yang dihasilkan dimanfaatkan dengan baik oleh perusahaan, menandakan bahwa pemanfaatan cangkang dan serabut sebagai bahan bakar untuk energi baru terbarukan di PLTU PKS Bunut PT.Perkebunan Nusantara VI termasuk sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Dwi Putra. 2016. *Studi Potensi Limbah Biomassa Kelapa Sawit Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Di PT. Perkebunan Nusantara XIII PKS Parindu*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [2] Harris. 2013. *Studi Pemanfaatan Limbah Padat dari Perkebunan Kelapa Sawit Pada PLTU 6 MW di Bangka Belitung*. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 1, ISSN: 2337-3539.
- [3] Batubara, F., Nafiah, M.A., Nazaruddin, 2010, "Kajian Aspek Teknis Dan Ekonomi Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Biomassa" ,Teknik Kimia USU Medan.
- [4] Asmudi., 2010, *Analisa Unjuk Kerja Boiler Terhadap Penurunan Daya Pada PLTU PT.Indonesia power ubp perak*, termuat di: <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-9765-Paper.pdf,2010>
- [5] Diyan Eko Wibowo, 2007., *Analisa Kandungan Nilai Bakar Pada Bahan Bakar Limbah Padat Kelapa Sawit (Fiber, Shell, Dan Campuran Keduanya)*, Thesis, Universitas Muhammadiyah Malang.
- [6] Sunarwan, Bambang. 2013. *Pemanfaatan Limbah Sawit Untuk Bahan Bakar Energi Baru dan Terbarukan*. Jurnal Tekno Insentif Kopwil 4, Volume 7, No. 2, ISSN: 1907-4964, hal 1-14.
- [7] Tim management, 2021, *Power Balance dan Mass Balance Produksi PKS Bunut*, Jurnal Internal PT.Perkebunan Nusantara VI.