

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH PADAT KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR PLTU (STUDI KASUS PKS PT. MULTI PERKASA SEJAHTERA)

Muhammad Rifai¹, Ismail Yusuf², Kho Hie Khwee³

muhammadrifai@student.untan.ac.id¹, ismail.yusuf@ee.untan.ac.id², khoiekhwee@untan.ac.id³

Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah padat kelapa sawit sebagai bahan bakar boiler merupakan sebuah pilihan dalam usaha penanggulangan limbah di pabrik kelapa sawit. Salah satu yang menjadi hal utama dari pemanfaatan tersebut adalah guna terwujudnya kebutuhan energi listrik untuk proses pembangkitan daya listrik oleh pembangkit. PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera adalah perusahaan yang bergerak dibidang agroindustri pengolahan kelapa sawit menjadi CPO (Crude Palm Oil). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit sebagai bahan bakar boiler (PLTU) guna memenuhi kebutuhan energi listrik pada proses pengolahan kelapa sawit di PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera. Setelah melakukan kajian dengan pengamatan analisa data di lapangan, diketahui potensi jumlah bahan bakar cangkang dan serat sebesar 2400 kg/jam dan perhitungan kebutuhan bahan bakar boiler diketahui sebesar 5736,07 kg/jam, dan kebutuhan energi listrik untuk proses pengolahan kelapa sawit sebesar 444.937 Wh. Perbedaan jumlah kebutuhan bahan bakar boiler dengan bahan bakar yang dihasilkan mengakibatkan masih adanya kekurangan bahan bakar cangkang dan serat sebesar 3336,07 kg/jam. Dari hasil analisa data tersebut, maka penelitian ini menyimpulkan bahwa pemanfaatan limbah padat kelapa sawit yaitu cangkang dan serat menjadi bahan bakar boiler (PLTU) belum mampu mencukupi kebutuhan energi listrik pada proses pengolahan kelapa sawit PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera.

Kata Kunci: Cangkang, Serat, Boiler, Energi Listrik, Pembangkit.

ABSTRACT

Utilization of palm oil solid waste as boiler fuel is an option in an effort to reduce waste in palm oil mills. One of the main things of this utilization is to realize the need for electrical energy for the process of generating electrical power by the generator. PT Multi Perkasa Sejahtera palm oil mill is a company engaged in agro-industry processing palm oil into CPO (Crude Palm Oil). This research aims to conduct a study of the utilization of palm oil solid waste as boiler fuel (PLTU) to meet the needs of electrical energy in the palm oil processing process at PT Multi Perkasa Sejahtera PKS. After conducting a study with data analysis observations in the field, it is known that the potential amount of shell and fiber fuel is 2400 kg/hour and the calculation of boiler fuel requirements is known to be 5736.07 kg/hour, and the need for electrical energy for the palm oil processing process is 444,937 Wh. The difference in the amount of boiler fuel requirements with the fuel produced resulted in a shortage of shell and fiber fuel of 3336.07 kg/hour. From the results of the data analysis, this study concludes that the utilization of palm oil solid waste, namely shells and fibers into boiler fuel (PLTU) has not been able to meet the needs of electrical energy in the palm oil processing of PT Multi Perkasa Sejahtera PKS.

Keywords: Shell, Fiber, Boiler, Electrical Energy, Generator.

PENDAHULUAN

Dalam memenuhi energi listrik, pabrik kelapa sawit harus menyediakan beberapa hal penting untuk menghasilkan energi listrik tersebut. Dalam hal ini, ketersediaannya bahan bakar menjadi hal utama yang terwujudnya kebutuhan energi listrik untuk proses pembangkitan daya listrik oleh pembangkit. Namun pabrik pengolahan kelapa sawit pada suatu waktu akan menghadapi masalah yang berhubungan dengan kekurangan bahan bakar.

PT. Multi Perkasa Sejahtera merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang perkebunan yang berada di Jalan Sertu KM 2.5, Desa Tebedak, Kecamatan Ngabang,

Kabupaten Landak, Kalimantan Barat. Saat ini berada pada posisi industri pertanian (agroindustri) yang mengolah tandan buah segar (TBS) menjadi Crude Palm Oil (CPO). Pada PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera sering terjadi masalah pada penggunaan boiler yang mengakibatkan kekurangan energi listrik karena pasokannya. Dimana PKS menggunakan listrik dari PLN terlalu mahal, maka cangkang dan serat digunakan sebagai bahan bakar boiler untuk menghasilkan uap dan tanpa uap pengolahan tidak dapat dilaksanakan. Kurang tersedianya uap dalam jumlah yang cukup, dapat menimbulkan serangkaian reaksi yang akan mempengaruhi mutu dan jumlah produksi yang dihasilkan pabrik.

PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera mempunyai kapasitas produksi 30 ton/jam. Bahan bakar yang dihasilkan berupa cangkang dan serat yang diperoleh dari hasil pembuangan pengolahan tandan buah segar (TBS) dan memanfaatkannya menjadi bahan bakar utama pada boiler untuk menghasilkan uap yang akan menggerakkan turbin uap dan menghasilkan daya listrik guna didistribusikan melalui instalasi listrik ke pabrik untuk proses pengolahan. Ini bertujuan untuk menekan biaya operasional pabrik dan mengurangi pencemaran lingkungan di areal pabrik maupun sekitarnya.

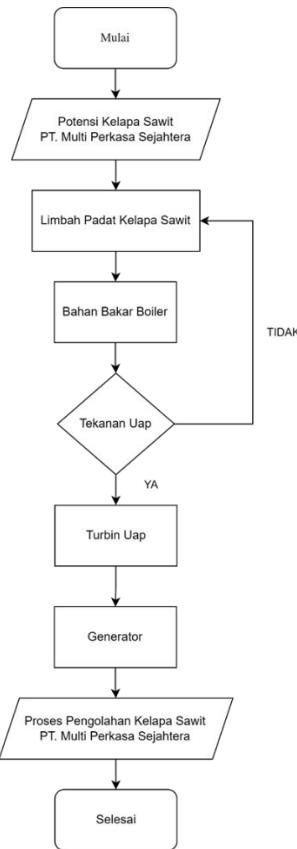
METODOLOGI

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sejak 15 Juli 2024 s/d 18 Juli 2024 yang meliputi studi pustaka, pengambilan data, dan analisis data. Sedangkan tempat penelitian di PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera, Jalan Sertu KM 2.5, Desa Tebedak, Kecamatan Ngabang, Kabupaten Landak, Kalimantan Barat.

B. Flowchart

Diagram alir bertujuan untuk penelitian bertujuan untuk menyederhanakan dan menggambarkan tahapan-tahapan dari serangkaian prosedur yang akan dilaksanakan sehingga mempermudah pelaksanaan penelitian. Berikut diagram alir penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar

PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera mempunyai kapasitas pengolahan pabrik sebesar 30 ton/jam. Bahan bakar yang dihasilkan dari limbah padat kelapa sawit (LPKS) berupa cangkang, serat, dan tankos (tandan kosong). Namun yang dimanfaatkan menjadi bahan bakar *boiler* hanya cangkang dan serat. Untuk mengetahui jumlah potensi limbah padat kelapa sawit (LPKS) menjadi bahan bakar pada PLTU di PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera akan diuraikan perhitungan sebagai berikut :

1. Perhitungan Ketersediaan Bahan Bakar Cangkang

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi} &= \text{Kapasitas Olah Pabrik} \times \text{Rendemen Cangkang} \\
 &= 30.000 \text{ kg/jam} \times 5\% \\
 &= 1500 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Ketersediaan Bahan Bakar Serat

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi} &= \text{Kapasitas Olah Pabrik} \times \text{Rendemen Serat} \\
 &= 30.000 \text{ kg/jam} \times 3\% \\
 &= 900 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Maka, total ketersediaan bahan bakar cangkang dan Serat adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biomassa} &= \text{Cangkang} + \text{Serat} \\
 &= 1500 \text{ kg/jam} + 900 \text{ kg/jam} \\
 &= 2400 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat dikatakan jumlah bahwa potensi produksi limbah padat kelapa sawit di PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera cukup kecil. Dengan kapasitas olah pabrik 30.000 kg/jam dihasilkan limbah padat kelapa sawit (LPKS) cangkang sebesar 1500 kg/jam dan serat sebesar 900 kg/jam. Maka, total ketersediaan bahan bakar cangkang dan serat

sebesar 2400 kg/jam.

Hasil perhitungan jumlah potensi produksi cangkang dan serat di PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 1. Jumlah Potensi Cangkang dan Serat Berdasarkan Pengolahan Pabrik 30 Ton/Jam

Kapasitas Olah Pabrik (kg/jam)	Bahan Bakar	Rendemen Thd TBS (%)	Potensi Bahan Bakar
30.000	Cangkang	5	1500
	Serat	3	900
Total			2400

Sumber: Hasil Perhitungan (2024)

Kebutuhan bahan bakar boiler dapat diketahui melalui perhitungan dengan menggunakan Persamaan (2.4). Adapun perhitungan kebutuhan bahan bakar boiler adalah sebagai berikut :

Diketahui :

Efisiensi teknis boiler = 70%

Kapasitas uap (Mu) = 18.000 kg/jam

Nilai kalor cangkang (NK) = 3890 kkal/kg

Nilai kalor serat (NK) = 2309 kkal/kg

Δ entalphy = 620,87 kkal/kg

Perhitungan :

- a. Komposisi antara cangkang dan serat dalam 1 kg bahan umpan *boiler* adalah 30% : 70%. Maka nilai kalor bahan bakar umpan yaitu :

$$NK = (0,30 \times 3890) + (0,70 \times 2309) = 2783,3 \text{ kkal/kg}$$

- b. Kebutuhan bahan bakar *boiler*

$$GBB = \frac{Mu \times \Delta\text{entalphy}}{NK \times \eta} = \frac{18000 \times 620,87}{2783,3 \times 0,70} = 5736,07 \text{ kg/jam}$$

Dengan komposisi yaitu :

- Cangkang = $0,30 \times 5736,07 = 1720,82 \text{ kg/jam}$
- Serat = $0,70 \times 5736,07 = 4015,24 \text{ kg/jam}$

- c. Sisa bahan bakar

- Ketersediaan bahan bakar = 2400 kg/jam
Cangkang = 1500 kg/jam
Serat = 900 kg/jam
- Kebutuhan bahan bakar = 5736,07 kg/jam
Cangkang = 1720,82 kg/jam
Serat = 4015,24 kg/jam
- Kekurangan bahan bakar = $2400 - 5736,07 = -3336,07 \text{ kg/jam}$
Cangkang = $1500 - 1720,82 = -220,82 \text{ kg/jam}$
Serat = $900 - 4015,24 = -3115,24 \text{ kg/jam}$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat nilai kalor cangkang dan serat yang diperoleh masing-masing yaitu sebesar 3890 kkal/kg dan 2309 kkal/kg. Nilai kalor cangkang dan serat diperoleh dengan perhitungan (lihat Lampiran B). Perhitungan kebutuhan bahan bakar *boiler* yaitu sebesar 5736,07 kg/jam dengan komposisi cangkang 1720,82 kg/jam dan serat 4015,24 kg/jam. Perbedaan jumlah kebutuhan bahan bakar *boiler* dengan bahan bakar yang dihasilkan mengakibatkan masih adanya kekurangan bahan bakar cangkang dan serat sebesar 3336,07 kg/jam dengan komposisi cangkang sebesar 220,82 kg/jam dan serat sebesar 3115,24 kg/jam.

Tabel 2. Kebutuhan Bahan Bakar Boiler

Keterangan	Nilai
$\Delta entalphy$	620,87 kkal/jam
Efisiensi Teknis Boiler (η)	70%
Kapasitas uap	18.000 kg/jam
Nilai Kalor Cangkang	3890 kkal/kg
Nilai Kalor Serat	2309 kkal/kg
Kebutuhan Bahan Bakar Cangkang	1720,82 kg/jam
Kebutuhan Bahan Bakar Serat	4015,24 kg/jam
Total Kebutuhan Bahan Bakar	5736,07 kg/jam

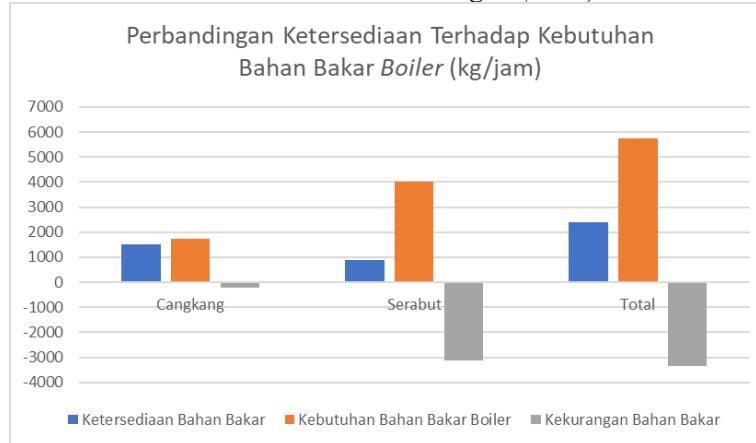
Sumber : Hasil Perhitungan (2024)

Perbandingan ketersediaan bahan bakar terhadap kebutuhan bahan bakar boiler dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 1 di bawah ini :

Tabel 3. Perbandingan Ketersediaan Bahan Bakar Terhadap Kebutuhan Bahan Bakar Boiler

Keterangan	Cangkang	Serat	Total
Ketersediaan Bahan Bakar (kg/jam)	1500	900	2400
Kebutuhan Bahan Bakar Boiler (kg/jam)	1720,82	4015,24	5736,07
Kekurangan Bahan Bakar (kg/jam)	-220,82	-3115,24	-3336,07

Sumber : Hasil Perhitungan (2024)



Gambar 1. Grafik perbandingan ketersediaan bahan bakar terhadap kebutuhan bahan bakar boiler

Dari pembahasan di atas maka didapatkan kesimpulan bahwa dengan jumlah produksi cangkang dan serat tersebut, belum cukup untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar boiler. Dimana bahan bakar yang dihasilkan limbah padat kelapa sawit (LPKS) sebesar 2400 kg/jam, sedangkan kebutuhan bahan bakar boiler sebesar 5736,07 kg/jam, maka didapatkan masih kekurangan bahan bakar boiler sebesar 3336,07 kg/jam. Hal ini juga terbukti dengan pengamatan yang dilakukan bahwa untuk memenuhi kekurangan bahan bakar boiler masih dibantu oleh genset dan PLN.

B. Analisa Kebutuhan Energi Listrik Pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit

Dari pengamatan alat ukur yang terpasang pada panel utama di stasiun kamar mesin, diperoleh data-data nilai arus listrik terukur, tegangan listrik terukur, dan $\cos \phi$ terukur seperti terlihat pada Tabel 4.4. Dari data-data yang telah diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan besarnya daya listrik terukur pada setiap stasiun-stasiun pengolahan dalam sistem kelistrikan tiga fasa dengan menggunakan Persamaan (2.6).

1. Perhitungan Daya Listrik Terukur Pada Kegiatan Pengolahan TBS

a) Stasiun Penerimaan Buah

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 400 \times 19 \times 0,95 \\ &= 12.505 \text{ Wh} \end{aligned}$$

b) Stasiun Perebusan

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 400 \times 200 \times 0,95 \\ &= 131.635 \text{ Wh} \end{aligned}$$

c) Stasiun Penebahan

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 400 \times 79 \times 0,95 \\ &= 51.996 \text{ Wh} \end{aligned}$$

d) Stasiun Pengempaan

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 400 \times 38 \times 0,95 \\ &= 25.010 \text{ Wh} \end{aligned}$$

e) Stasiun Pemurnian Minyak

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 400 \times 55 \times 0,95 \\ &= 36.199 \text{ Wh} \end{aligned}$$

f) Stasiun Pengolahan Biji

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= 1,7 \times 400 \times 78 \times 0,95 \\ &= 51.337 \text{ Wh} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Daya Listrik Terukur Pada Kegiatan Sarana Pendukung

a) Penyediaan Energi

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 400 \times 197 \times 0,95 \\ &= 129.661 \text{ Wh} \end{aligned}$$

b) Penyediaan Air

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 400 \times 29 \times 0,95 \\ &= 19.087 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan daya listrik terukur pada setiap kegiatan proses pengolahan kelapa sawit yang dihitung dengan menggunakan rumus daya listrik secara umum. Pengukuran arus terukur dilakukan dengan alokasi waktu per-jam, sehingga dihasilkan daya listrik terukur sama dengan energi listrik terpakai dalam waktu 1 jam (Wh). Hasil perhitungan daya listrik terukur pada panel listrik utama dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut :

Tabel 4. Daya Listrik Terukur Pada Panel Listrik Utama

Kegiatan	Tegangan Listrik Terukur (V)	Cos φ Terukur	Arus Listrik Terukur (A)	Daya Listrik Terukur (Wh)
Pengolahan TBS				
Penerimaan Buah	400	0,95	19	12.505
Perebusan	400	0,95	200	131.635
Penebahan	400	0,95	79	51.996
Pengempaan	400	0,95	38	25.010

Pemurnian Minyak	400	0,95	55	36.199
Pengolahan Biji	400	0,95	78	51.337
Jumlah			469	296.189
Sarana Pendukung				
Penyediaan Energi	400	0,95	197	129.661
Penyediaan Air	400	0,95	29	19.087
Jumlah			226	148.748
Total			695	444.937

Sumber : Hasil Perhitungan (2024)

Pada Tabel 4. menunjukkan bahwa kebutuhan energi listrik terbesar pengolahan TBS pada kegiatan perebusan sebesar 131.635 Wh, dan penggunaan daya terbesar sarana pendukung pada kegiatan penyediaan energi sebesar 129.661 Wh. Sedangkan kebutuhan listrik terbesar untuk proses pengolahan kelapa sawit adalah pengolahan TBS sebesar 296.189 Wh. Sedangkan pada sarana pendukung kebutuhan energi listrik sebesar 148.748 Wh. Maka total kebutuhan energi listrik pada proses pengolahan kelapa sawit PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera adalah 444.937 Wh. Kebutuhan energi listrik terbesar adalah pengolahan TBS karena kegiatan pada pengolahan TBS terdapat banyak peralatan/mesin produksi dengan daya listrik terpasang yang cukup besar dibandingkan kegiatan pada sarana pendukung. Karena tidak didapatkan data daya listrik terpasang pada peralatan/mesin, maka nilai efisiensi teknis peralatan/mesin tidak dapat diketahui.

Dengan data-data hasil pembahasan analisa di atas, diharapkan dapat membantu pengelola pabrik untuk mengantisipasi dan mengamati lebih lanjut keadaan di PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera. Hal utama yang harus diperhatikan adalah penyediaan bahan bakar *boiler* dengan mencoba meningkatkan kapasitas produksi pabrik sehingga keseimbangan proses dapat berjalan dengan baik dan kebutuhan energi listrik pada pabrik tetap terpenuhi/tercukupi.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa data yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera memanfaatkan limbah padat kelapa sawit berupa cangkang (shell) dan serat (fibre) sebagai bahan bakar pada stasiun boiler sehingga menghasilkan uap guna pembangkitan tenaga listrik untuk menggerakkan mesin-mesin pabrik pada proses pengolahan kelapa sawit. Sedangkan potensi jumlah bahan bakar yang dihasilkan dengan kapasitas pabrik 30 ton/jam sebesar 2400 kg/jam, dan kebutuhan bahan bakar boiler yang digunakan sebesar 5736,07 kg/jam. Perbedaan jumlah kebutuhan bahan bakar boiler dengan bahan bakar yang dihasilkan mengakibatkan masih adanya kekurangan bahan bakar cangkang dan serat sebesar 3336,07 kg/jam. Hal ini juga terbukti dengan pengamatan yang dilakukan bahwa untuk memenuhi kekurangan bahan bakar boiler masih dibantu oleh genset dan PLN.
3. Total kebutuhan listrik pada proses pengolahan kelapa sawit adalah 296.189 Wh. Sedangkan pada sarana pendukung kebutuhan energi listrik sebesar 148.748 Wh. Maka total kebutuhan energi listrik pada proses pengolahan kelapa sawit PKS PT. Multi Perkasa Sejahtera adalah 444.937 Wh.

DAFTAR PUSTAKA

“BOILER PADA PABRIK KELAPA SAWIT (PKS) | Haru Agung Pangestu.” [Online]. Available: <https://congelberingin.blogspot.com/2014/01/800x600-normal-0-false-false-false-in-x.html>

- “KELISTRIKAN PABRIK KELAPA SAWIT.” [Online]. Available: <https://ivanemmoy.wordpress.com/2013/11/29/kelistrikan-pabrik-kelapa-sawit/>
- “Ketel Uap (Boiler) di Pabrik Kelapa Sawit ~ Industri Sawit.” [Online]. Available: <http://belajarsawit.blogspot.com/2012/12/ketel-uap-boiler-di-pabrik-kelapa-sawit.html>
- A. Dwi Putra, I. Yusuf, and U. A. Gani, “STUDI POTENSI LIMBAH BIOMASSA KELAPA SAWIT SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XIII PKS PARINDU,” 2017.
- A. Nugroho, “Buku Teknologi Agroindustri Kelapa Sawit,” 2019.
- B. Sunarwan and R. Juhana, “PEMANFAATAN LIMBAH SAWIT UNTUK BAHAN BAKAR ENERGI BARU DAN TERBARUKAN (EBT),” Jurnal Tekno Insentif Kopwil 4, vol. 7, no. ISSN: 1907-4964, pp. 1–14, 2013.
- D. Marsudi, Pembangkitan Energi Listrik. Jakarta: Erlangga, 2005.
- Direktorat Jendral Perkebunan, STATISTIK PERKEBUNAN UNGGULAN NASIONAL 2021-2023. Jakarta, 2022.
- G. Wibisono, M. Ismail Yusuf, and K. Hie Khwee, “ANALISIS POTENSI FIBER DAN CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI SUMBER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) DI PT. PUNDI LAHAN KHATULISTIWA,” 2019.
- I. P. Kusuma, “STUDI PEMANFAATAN BIOMASSA LIMBAH KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP DI KALIMANTAN SELATAN (STUDI KASUS KABUPATEN TANAH LAUT),” 2011.
- M. T. Dr. phil. Nurhening Yuniarti and Ilham Wisnu Aji, Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik. Universitas Negeri Yogyakarta, 2019.
- T. M. Rizki, M. Ismail Yusuf, A. Hiendro, K. Hie Kwee, and J. Elektro, “ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) KETAPANG 2×10 MW”.
- U.S. Agency for International Development (USAID) and Winrock International, Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas: Pengembangan Proyek di Indonesia. 2016.
- YATNO, “Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap Guna Memenuhi Kebutuhan Energi Listrik Pada Proses Pengolahan Kelapa Sawit Di (PKS) PTPN IV Unit Usaha Adolina,” 2016.