UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kapasitas Pembangkit EBT 10

Tabel 2.1 Nilai Kalor Berbagai Sumber Bahan Baku Biomassa..... 41

Tabel 2.2 Perbandingan Nilai Kalor Komponen Sampah 46

Tabel 2.3 Perbandingan Jenis Biomassa untuk Cofiring PLTU..... 52

Tabel 2.4 Tabel Isu Strategis.....53

Tabel 3.1 *Merit Order* Batu Bara PLTU Suralaya..... 65

Tabel 4.1 52 PLTU Batu Bara PT PLN untuk Cofiring..... 77

Tabel 4.2 PLTU Batu Bara Prioritas ke-1 dan ke-2 untuk Co-firing..... 79

Tabel 4.3 PLTU Batu Bara Prioritas ke-3 dan ke-4 untuk Cofiring..... 80

Tabel 4.4 PLTU Batu Bara Prioritas ke-3 dan ke-4 untuk Cofiring..... 80

Tabel 4.5 Tabel Potensi Biomassa Berbasi Kayu Sekitar Lokasi PLTU..... 82

Tabel 4.6 Tabel Potensi Biomassa Berbasis Sampah Sekitar Lokasi PLTU……. 82

Tabel 4.7 Kebutuhan Biomassa PLTU dengan Rasio Cofiring 1-5%..... 84

Tabel 4.8 Tabel Produsen Wood Pellet dan Saw Dust Sekitar PLTU 85

Tabel 4.9 Hasil Proximate Analisys MSW PLTU Jeranjang.....90

Tabel 4.10 Hasil Ultimate Analisys MSW PLTU Jeranjang 90

Tabel 4.11 Baku Mutu Emisi PLTU Batubara..... 92

Tabel 4.12 Analisis SWOT- Penyediaan Biomassa Cofiring di PLTU..... 101

Tabel 4.13 Analisis Strategi untuk Meraih Peluang Penyediaan Biomassa..... 102

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.15 Analisis Strategi Mengantisipasi Ancaman Penyediaan Biomass.....103

Tabel 4.16 Perbandingan Finansial Model.....108

Tabel 5.1 Potensi Biomassa Berbasis Kayu Sekitar Lokasi PLTU..... 110

Tabel 5.2 Potensi Biomassa Berbasis Sampah (MSW) Sekitar Lokasi PLTU …..111

Tabel 5.3 Tabel Model Pendanaan Produks SRF.....112

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Neraca BBM 2

Gambar 1.2 Pemanfaatan BBM..... 3

Gambar 1.3 Neraca Gas..... 3

Gambar 1.4 Pemanfaatan Gas..... 4

Gambar 1.5 Neraca Batu Bara..... 4

Gambar 1.6 Pemanfaatan Batu Bara..... 6

Gambar 1.7 Kebutuhan Bahan Bakar Pembangkit Listrik..... 7

Gambar 1.8 Realisasi 2019 danTarget 2025 Bauran Energi..... 9

Gambar 1.9 Realisasi 2019 Bauran Energi Primer Pembangkit Listrik.....10

Gambar 2.1 Perubahan Iklim dan Efek Rumah Kaca..... 17

Gambar 2.2 Sasaran Lingkup Sustainable Forest Management 23

Gambar 2.3 Teknik Cofiring pada Beberapa PLTU..... 31

Gambar 2.4 Pencampuran Biomass dan Batu Bara di Coal Yard..... 32

Gambar 2.5 Jenis Bahan Bakar Biomassa untuk Cofiring PLTU Batu Bara..... 33

Gambar 2.6 Pencampuran Bahan Bakar Cofiring di Boiler Tipe PC..... 34

Gambar 2.7. Titik Tuang Pelet Menggunakan Line Stacker dan Reclaimer ……. 34

Gambar 2.8 Proses Pembuatan Wood Pellet dari Bahan Baku Berbasis Kayu..... 37

Gambar 2.9 Proses Produksi Pabrik Wood Pellet..... 41

Gambar 2.10 Proses Pelletisasi Kayu..... 43

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 2.11 Peta Potensi MSW sebagai Bahan Baku Jumputan Padat..... 45

Gambar 2.12 Proses Pegolahan Sampah Menjadi Produk SRF 50

Gambar 2.13 Layout Pengelolaan SRF 51

Gambar 3,1 Kerangka Pemikiran..... 64

Gambar 3.2 Struktur Organisasi PT ADC..... 70

Gambar 3.3 Grafik Penjualan Batu Bara PT ADC 2015-2019..... 72

Gambar 3.4 Grafik Volume Pembongkaran Batubara PT ADC 2015-2019..... 73

Gambar 3.5 Grafik Volume Pengerukan PT ADC 2015-2019..... 74

Gambar 3.6 Grafik Volume Jasa Transportasi PT ADC 2015-2019..... 74

Gambar 3.7 Prosentasi Pendapatan Lini Bisnis PT ADC 2019..... 75

Gambar 3.8 Laba Bersih Lini Bisnis PT ADC 2018..... 75

Gambar 3.9 Pendapatan Lini Bisnis PT ADC 2019..... 76

Gambar 3.10 Laba Bersih Lini Bisnis PT ADC 2019..... 76

Gambar 4.1 Lokasi 52 PLTU Cofiring dan Potensi Biomassa Sekitar PLTU..... 78

Gambar 4.2 Matrik Prioritas Cofiring PLTU 78

Gambar 4.3 Hasil Matrix Prioritas Cofiring PLTU..... 79

Gambar 4.4 Produsen Wood Pellet dan Saw Dust Sekitar PLTU Batu Bara….. 85

Gambar 4.5 Kebutuhan Biomassa PLTU Suralaya 1-4 Rasio Cofiring 1-5%.....86

Gambar 4.6 Kebutuhan Biomassa PLTU Suralaya 5-7 Rasio Cofiring 1-5%.....87

Gambar 4.7 Kebutuhan Biomassa PLTU Labuhan Rasio Cofiring 1-5%.....88

Gambar 4.8 Kebutuhan Biomassa PLTU Pelabuhan Ratu Rasio Cofiring 1-5%....89

Gambar 4.9 Kandungan Senyawa pada *Flue Gas*.....92

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.10 Kandungan Senyawa pada *Flue Gas*..... 93

Gambar 4.11 Keterlibatan Masyarakat dalam Hutan Tanaman Energi..... 95

Gambar 4.12 Pilot Project Pengolahan Eceng Gondok dan Sampah..... 96

Gambar 4.13 Antrian dan Pembongkaran Biomassa di PLTU Suralaya..... 97

Gambar 4.14 Perhitungan MEBI Harga Biomassa dari Sumber Hutan..... 98

Gambar 4.15 Perhitungan Perhutani Harga Biomassa dari Sumber Hutan..... 99

Gambar 4.16 Skema Bisnis Jumputan Padat dari MSW..... 106

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN..... ii

KATA PENGANTAR..... iii

DAFTAR TABEL…..., v

DAFTAR GAMBAR vii

INTISARI……..... xi

ABSTRACK..... xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah..... 11

1.3 Pertanyaan Penelitian.....12

1.4 Tujuan Penelitian.....12

1.5 Manfaat Penelitian..... 13

1.6 Lingkup Penelitian..... 14

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peran Biomassa sebagai Alternatif Energi Terbarukan..... 15

2.2 Triple Bottom Line dan Pengelolaan Hutan Produksi Lestari 18

2.3 Sertifikasi untuk Standar Keberlanjutan (Sustainability)..... 26

2.4 Cofiring Biomassa PLTU Batu Bara..... 30

2.5 Feedstock (Bahan Baku) Wood Pellet..... . 27

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.6 Proses Pembuatan Wood Pellet 41

2.7 Feedstock (Bahan Baku) Jumputan Padat..... 44

2.8 Proses Pembuatan Solid Recovered Fuel (SRF)..... 50

2.9 Harga Ekonomian Biomassa untuk Cofiring..... 51

2.10 NPV (Net Present Value) dan IRR (Internal Rate Return).....53

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran..... 64

3.2. Metode Penelitian dan Pengambilan Data..... 65

3.2.1 Wawancara.....65

3.2.2 Observasi..... 67

3.2.3 Studi Dokumen.....69

3..3 .Gambaran Umum Peusahaan 69

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data PLTU Cofiring dan Potensi Biomasa..... 77

4.2 Potensi Hutan Tanaman Energi untuk Biomassa Cofiring..... 81

4.3 Kebutuhan Bahan Bakar Biomassa untuk Cofiring PLTU..... 83

4.4 Produsen Wood Pellet dan Saw Dust untuk Cofiring PLTU Batu Bara..... 84

4.5 Kajian Lingkungan Cofiring PLTU dengan Biomassa..... 90

4.6 Kajian Sosial Cofiring PLTU dengan Biomassa..... 94

4.7 Kajian Finansial Biomassa Cofiring PLTU..... 98

4.8 Strategi dan Skema Bisnis Penyediaan Biomassa..... 100

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 110

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2 Saran..... 113

Daftar Pustaka 104

Lampiran ……...117

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Ketahanan dan kemandirian energi suatu negara mempunyai peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan yang keberlanjutan. Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan untuk memenuhi kebutuhan sendiri saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri.

Dalam mencapai keberlanjutan dan mengatasi pemanasan global , Kebijakan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) telah menargetkan bauran energi sebesar 23% pada tahun 2025. *Cofiring* PLTU Batu Bara merupakan salah satu *green booster* untuk meningkatkan bauran energi dengan biaya investasi yang kecil dan cepat melalui PLTU Batu Bara yang ada.

Cofiring adalah metode alternatif untuk mengurangi pemakaian batubara dengan mensubtitusikan sebagian batu bara dengan bahan bakar energi terbarukan. Penelitian berfokus pada uji coba *cofiring* di 12 PLTU Batu Bara yang dikelola PT Indonesia Power dalam matrik prioritas ke-1 dengan biomassa dari *saw dust, pellet* dan *Solid Recovered Fuel (SRF)* untuk mengetahui dampak ekonomi, sosial dan lingkungan sebagai akibat penyediaan biomassa untuk *cofiring.*

Dari penelitian pasokan biomassa berbasis kayu dan sampah untuk kegiatan *cofiring* pada PLTU Batu Bara mempunyai dampak yang baik bagi lingkungan, sosial dan ekonomi.

Beberapa strategi keberlanjutan diperlukan agar penyediaan biomassa memberikan keuntungan ekonomi, tanggung jawab terhadap sosial dan pemanfaatan sumber daya yang berkelanjutan sampai generasi mendatang. Model pendanaan memberikan gambaran pemanfaatan sampah dapat menghasilkan profit yang baik bagi perusahaan

Kata kunci: Biomassa, Keberlanjutan, Energi Terbarukan, *Cofiring* PLTU Batu Bara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The energy security and independence of a country plays an important role in increasing sustainable economic growth and prosperity. Sustainable development is development to meet current needs without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

In achieving sustainability and overcoming global warming, the National Energy General Plan Policy (RUEN) has targeted an energy mix of 23% by 2025. Cofiring of coal fired power plant is one of the green boosters to increase the energy mix with a small investment cost and quickly through the existing Coal Power Plant.

Cofiring is an alternative method to reduce coal consumption by substituting part of the coal with renewable energy fuels. Research on the cofiring trial of 12 coal fired power plants managed by PT Indonesia Power in the 1st priority matrix with biomass from saw dust, pellets and Solid Recovered Fuel (SRF) to determine the economic, social and environmental impacts as a result of providing biomass for cofiring

From research on the supply of wood-based biomass and waste for cofiring activities at coal power plants, it has a good impact on the environment, social and economy.

Several sustainability strategies are needed so that the provision of biomass provides economic benefits, social responsibility and sustainable use of resources for future generations. The funding model provides an overview of the use of waste that can generate good profits for the company.

Keywords: Biomass, Sustainability,Renewable Energy, Cofiring of Coal Fired Power Plant

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Ketahanan dan Kemandirian Energi Nasional

Isu mengenai ketahanan energi baik dalam skala nasional maupun global senantiasa dikaitkan dengan kebutuhan mencapai keberlanjutan energi (energi sustainability). Energi saat ini menjadi kebutuhan penting bagi pertumbuhan ekonomi suatu negara karena energi menjadi penggerak bagi perekonomian dan input yang esensial untuk pertumbuhan serta pengembangan ekonomi. Energi yang murah dan ramah lingkungan diperlukan untuk menghasilkan produk yang kompetitiff di pasar dan memberikan kesejahteraan bagi suatu negara.

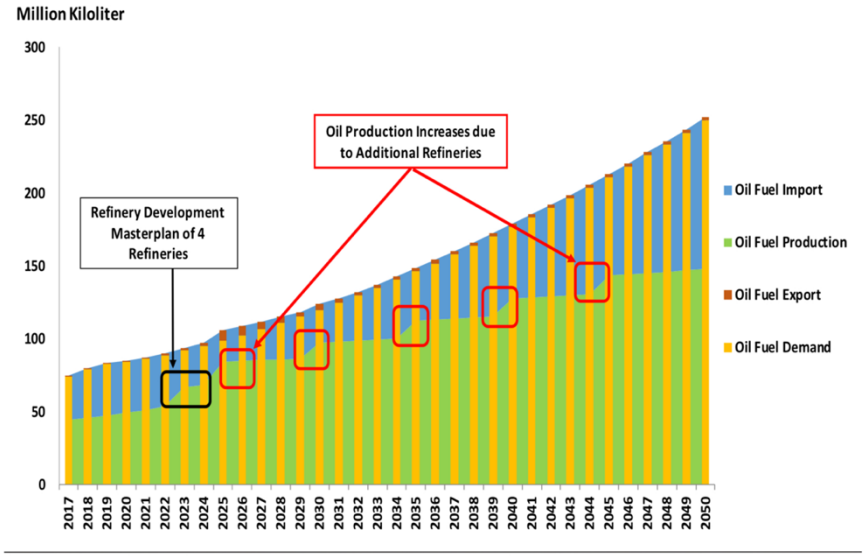
Kemandirian menjamin keberlangsungan pembangunan dalam jangka panjang. Ketiga faktor untuk mencapai kemandirian yaitu aksesbilitas untuk mendapatkan energi, daya beli terhadap energi dan ketersediaan energi. Untuk saat ini Indonesia masih banyak memanfaatkan sumber daya alam dari bahan bakar fosill (*non-renewable*) yang kondisi dan ketersediaan mulai terbatas.

1.1.1.1 Bahan Bakar Minyak (BBM)

Salah satu bahan bakar yang masih digunakan untuk pembangkit listrik di luar jawa adalah Bahan Bakar Minyak (BBM) . Neraca BBM Indonesia menunjukkan kebutuhan bahan bakar miyak di indonesia masih mengalami peningkatan (Sumber *Outlook Energi* Indonesia-2019). Indonesia mulai mengimpor BBM sejak tahun 2004. Diperkirakan sampai tahun 2050 kebutuhan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

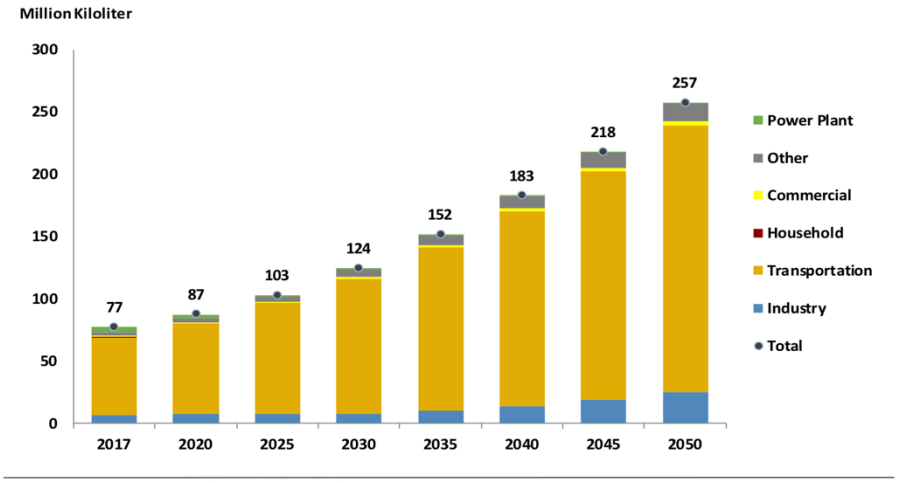
BBM melebihi 250 juta kiloliter. Meskipun produksi minyak sempat dinaikkan, kebutuhan bahan bakar ini masih belum bisa terpenuhi sehingga masih diperlukan import bahan bakar minyak dari luar. Penambahan produksi minyak ini didapat dari pembangunan mega proyek perluasan empat kilang minyak yang disebut *Refinery Development Master Plan (RDMP)* yang terletak di Balikpapan, Cilacap, Balongan, dan Dumai serta dua proyek pembangunan kilang minyak dan petrokimia di Tuban dan Bontang.



(Sumber : *Outlook Energi* Indonesia ,2019)

Gambar 1.1 Neraca BBM

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(Sumber : *Outlook Energi* Indonesia , 2019)

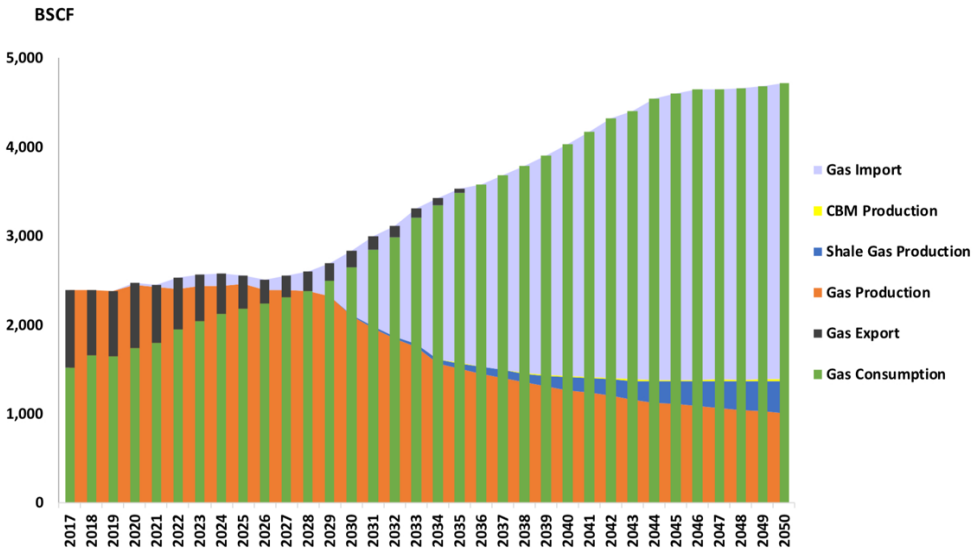
Gambar 1.2 Pemanfaatan BBM

Konsumsi BBM yang terbesar dari tahun 2017-2050 ada di sektor transportasi dengan pangsa mencapai 84% diikuti sektor industri (8%), lainnya (5%), pembangkit listrik (1%), komersial (1%), dan rumah tangga (0,7%),

1.1.1.2 Gas Bumi

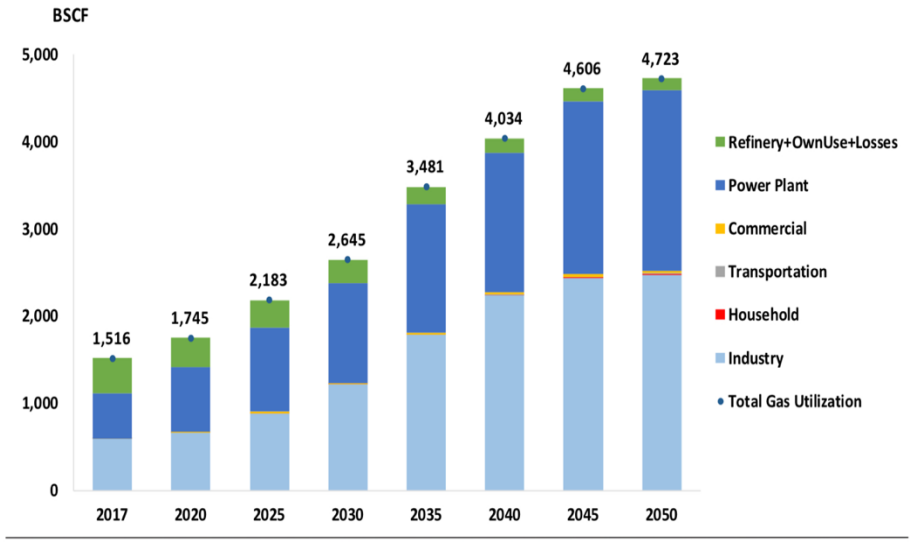
Sampai tahun 2019 Indonesia masih mengekspor gas bumi sebesar 877 *BSCF (Billions of Standard Cubic Feet)* dalam bentuk LNG dan gas pipa. Ekspor tersebut terus menurun seiring dengan meningkatnya kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan gas bumi meningkat dari 1.516 *BSCF* pada tahun 2017 menjadi 4.723 *BSCF* atau meningkat rata-rata 3,5% per tahun pada tahun 2050. Pada tahun 2028 diperlukan impor gas bumi untuk memenuhi kebutuhan domestik karena adanya penurunan produksi gas bumi. Diperkirakan tahun 2024 Indonesia menjadi net importir.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(Sumber : *Outlook Energi* Indonesia ,2019)

Gambar 1.3 Neraca Gas



(Sumber : *Outlook Energi* Indonesia ,2019)

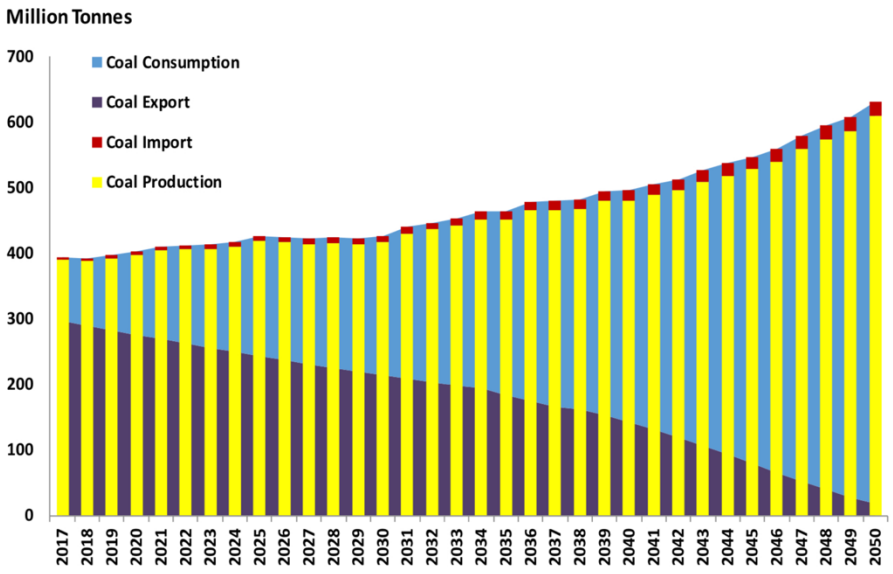
Gambar 1.4 Pemanfaatan Gas

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gas bumi sebagian besar digunakan untuk sektor industri dan pembangkit listrik. Keterbatasan infrastruktur di Indonesia berakibat pemanfaatan gas bumi untuk keperluan rumah tangga, sektor komersial dan transportasi tidak berkembang.

1.1.1.3 Batu Bara

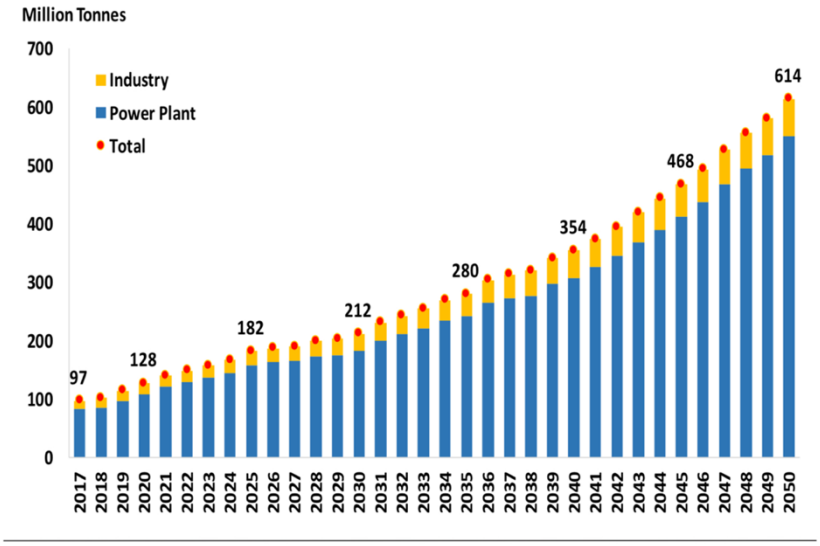
Produksi batubara akan mengalami peningkatan dengan proyeksi pertumbuhan rata-rata 1 % per tahun. Sekitar 76% dari produksi batubara dijadikan sebagai komoditi ekspor. Meningkatnya kebutuhan batubara domestik sebagai bahan bakar pembangkit listrik ataupun sebagai bahan bakar di industri berakibat pada pangsa ekspor batubara turun hingga 3% pada tahun 2050. Di sisi lain terjadi peningkatan impor batubara untuk memenuthi kebutuhan di sektor industri yang diperkirakan sebesar 23 juta ton pada tahun 2050.



(Sumber : *Outlook Energi* Indonesia,2019)

Gambar 1.5 Neraca Batu Bara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(Sumber : *Outlook Energi* Indonesia,2019)

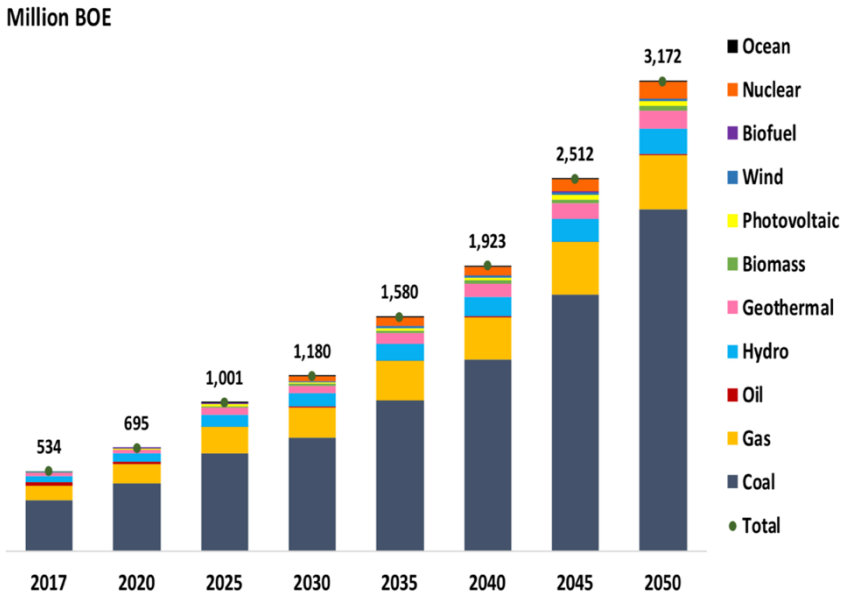
Gambar 1.6 Pemanfaatan Batu Bara

Gambar 1.6 menunjukkan bahwa kebutuhan batu bara untuk keperluan domistik sebagian besar digunakan untuk memenuhi pasokan pembangkit listrik, sedangkan sisanya dipergunakan sebagai bahan bakar industri. Peningkatan pertumbuhan rata-rata 5,9% per tahun untuk memenuhi pembangkit listrik dari 83 juta ton pada 2017 menjadi 550 juta ton pada 2050. Dalam periode waktu yang sama terjadi peningkatan pertumbuhan 4,7% per tahun untuk kebutuhan industry sebanyak 14 juta ton di tahun 2017 menjadi 64 juta ton di tahun 2050

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.1.1.4 Kebutuhan Bahan Bakar Pembangkit Listrik

Di Tahun 2017 batu bara sebagai bahan bakar pembangkit pemakaiannya masih dominan yaitu sebesar 83 juta ton atau sekitar 65%. Untuk bahan bakar gas dan minyak sebesar 18% dan 5% , sisanya diisi oleh energi terbarukan seperti panas bumi, air, matahari, angin, serta biomassa sebesar 13%.



(Sumber : *Outlook Energi* Indonesia ,2019)

Gambar 1.7 Kebutuhan Bahan Bakar Pembangkit Listrik

Pada tahun 2050 dominasi penggunaan batu bara sebanyak 73% digunakan oleh pembangkit listrik . Dominsi selanjutnya digunakan oleh gas sebesar 12% dan EBT sebesar 15%. Pembangkit tenaga nuklir diperkirakan mulai ada di tahun 2050 dan sudah beroperasi dengan pangsa lebih dari 3% terhadap total EBT.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.1.2 Target Baruran Energi Baru Terbarukan (EBT)

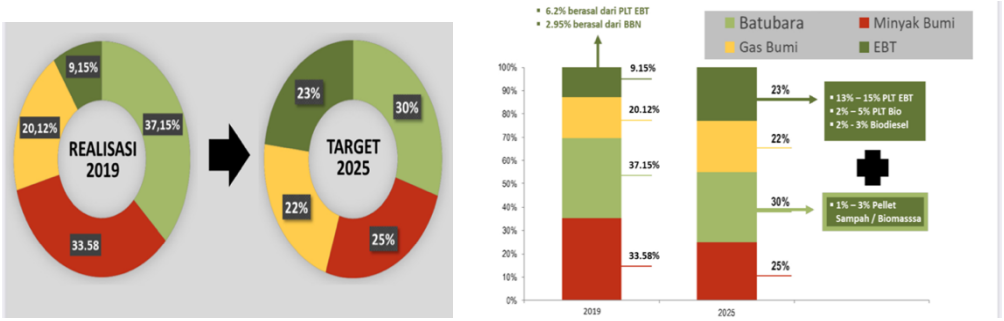
Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan energi alternatif. Pengelolaan energi tersebut dari proses alam dan bersifat ramah lingkungan serta berkelanjutan sehingga berkontribusi dalam mengatasi pemanasan global dan mengurangi emisi karbon dioksida. Sumber energi baru dan terbarukan di Indonesia yang dapat dimanfaatkan antara lain panas bumi, air, angin, matahari dan biomassa.

Pegembangan EBT merupakan suatu yang penting dan perlu segera dilakukan untuk saat ini. Setidaknya ada dua alasan. Pertama, energi fosil tidak bisa diperbaharui, sehingga makin lama semakin berkurang dan suatu saat akan habis. Kedua, adanya perubahan iklim akibat pamanasan global dan kesadaran masyarakat seluruh dunia terhadap kesehatan dan lingkungan. Dari alasan tersebut pengembangan dan penggunaan *renewable energy* sebagai suatu keharusan dan bukan merupakan suatu pilihan.

Indonesia merupakan salah satu negara yang ikut serta dalam Perjanjian Paris. Dalam perjanjian ini mempunyai tujuan untuk menahan peningkatan temperatur rata- rata global jauh di bawah 2°C di atas tingkat di masa pra-industrialisasi dan melanjutkan upaya untuk menekan kenaikan temperatur ke 1,5°C di atas tingkat pra–industrialisasi. Dalam rangka pencegahan kenaikan suhu global tersebut diharapkan ada kontribusi masing-masing negara untuk menurunkan emisi yang dituangkan dalam *Nationally Determined Contribution (NDC)*. Kontribusi terhadap penurunan tersebut harus meningkat setiap periode, dan negara berkembang perlu mendapatkan dukungan untuk meningkatkan kemauan tersebut

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), Pemerintah menargetkan pencapaian Energi Baru dan Terbarukan (EBT) dalam bauran energi nasional mencapai 23 % pada tahun 2025 yang di break down menjadi listrik dan non listrik. Pada tahun 2019, penerapan EBT masih jauh dari target yaitu sebesar 9,15 %. Pemerintah berusaha meningkatkan kapasitas infrastruktur pembangkit listrik EBT, baik melalui jalur komersial maupun tidak komersial untuk mencapai target baruran energi tersebut,

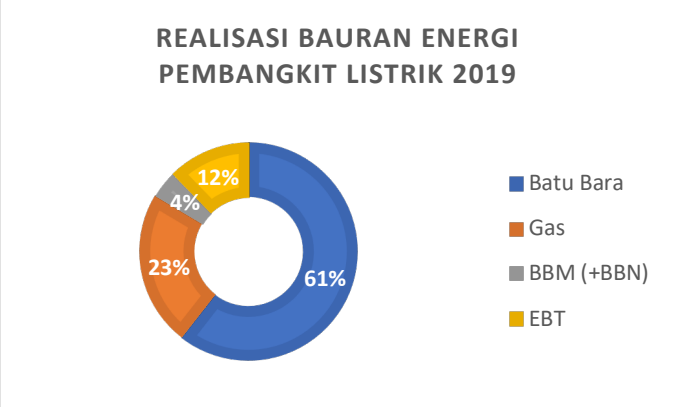


(Sumber : Kementerian ESDM ,2019)

Gambar 1.8 Realisasi 2019 danTarget 2025 Bauran Energi

Bauran energi primer di tahun 2019 pada pembangkit listrik untuk penggunaan energi fosil masih dominan dimana energi baru terbarukan sebesar 12,36 % sedangkan pemakaian bahan bakar batu bara pada PLTU sebesar 60,50%. Total kapasitas pembangkit EBT pada tahun 2019 mencapai 10.426 Mw atau 14,7 % dari total kapasitas terpasang pembangkit nasional.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(Sumber : Kementerian ESDM, 2019)

Gambar 1.9 Realisasi 2019 Bauran Energi Primer Pembangkit Listrik

Tabel 1.1 Kapasitas Pembangkit EBT

JENIS PEMBANGKIT	*ONGRID*	*OFFGRID*
PLTP	2.131	-
PLTA	4.701	938
PLTB	154	0,5
PLTBg	44	68
PLTBm	146	1.617
PLTBn	5	
PLTM	350	-
PLTMH	99	7
PLTS	79	49
PLTS Atap	5	15
PLTS Hybrid	-	4
PLTSa	16	-
TOTAL	**7.728**	**2.698**

(Sumber : Kementerian ESDM ,2019)

1.1.3 Transformasi PT PLN " Power Beyond Generation"

Listrik mempunyai peran dalam kehidupan karena listrik menjadi nyawa dan penggerak semua sendi kehidupan. Untuk itu PT PLN selaku perusahaan negara mempunyai peran yang penting dalam memberikan pelayan terbaik bagi perorangan , bisnis dan industri. Dalam menghadapi perubahan lingkungan yang bergerak kedepan menjadi lebih baik , PT PLN melakukan transformasi "*Power Beyond Generation*". Transformasi tersebut meliputi penggunaan *green energi*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

sebagai upaya menghadirkan energi ramah lingkungan dan terbarukan, inovatif dalam memberikan pelayanan dan teknologi, berorientasi pada kepuasan pelanggan dan mendorong perusahaan menjadi lebih efisien.

Dalam melakukan transformasi PT PLN selain membangun pembangkit EBT berskala besar untuk mengimplemantasikan RJPP diluncurkan juga program *green booster* yang salah satu programnya cofiring pada PLTU Batu Bara.

Cofiring di lingkungan PT PLN menjadi salah satu program implementasi transformasi penting dan strategi dari korporat.

a. Dapat mengurangi pemakaian energi fosil yang tidak terbarukan dengan mensubtitusi sebagian energi fosil dengan biomasssa.
b. Meningkatkan porsi bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) dalam total bauran energi nasional dengan cara yang relatif cepat, mudah dan murah (tanpa harus membangun pembangkit baru).
c. Sebagai alternatif mengolah sampah atau limbah organik, mengurangi emisi seperti CO2 dan SOx sehingga dapat mengurangi pemanasan global dan perbaikan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

PLTU Batu Bara adalah pembangkit dengan karakteristik base load yang beroperasi selama 24 jam dalam sehari. Cofiring biomassa pada PLTU Batu Bara di Indonesia masih merupakan hal yang baru. Saat ini pasar dan rantai pasok biomassa untuk cofiring PLTU masih belum terbentuk.

Kegiatan cofiring PLTU Batu Bara memerlukan keberlanjutan pasokan biomassa untuk mendukung target bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) pada

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

tahun 2025 serta operasi dalam jangka panjang. Permasalahan yang dihadapi adalah perusahaan belum mempunyai strategi yang jelas untuk penyediaan pasokan biomassa berkelanjutan sebagai bahan bakar *cofiring* PLTU Batu Bara dalam jangka panjang.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Dari permasalahan yang ada dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut.

a. Apakah terdapat potensi biomassa berbasis kayu dan sampah yang mencukupi kebutuhan *cofiring* PLTU Batu Bara dalam jangka panjang.
b. Apa strategi keberlanjutan PT ADC untuk penyediaan pasokan biomassa pada beberapa PLTU Batu Bara dalam jangka panjang.
c. Apakah model pendanaan yang tepat untuk penyediaan bahan bakar biomassa jenis *SRF* dengan sumber bahan baku dari sampah kota (*municipal solid waste*) supaya menghasilkan keuntungan yang lebih baik bagi perusahaan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pasokan biomassa untuk kebutuhan *cofiring* PLTU Batu Bara .

a. Mengidentifikasi potensi dan kebutuhan pasokan biomassa untuk cofiring PLTU Batu Bara
b. Mengembangkan strategi berkelanjutan bahan bakar biomassa untuk *cofiring* PLTU Batu Bara
c. Merancang model pendanaan bahan bakar biomassa berbasis sampah *(SRF)* yang menguntungkan perusahaan untuk *cofiring* PLTU Batu Bara.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah.

1.5.1. Kegunaaan Teoritis

Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta ide untuk berinovasi khususnya dalam penyediaan biomassa *cofiring* PLTU Batu Bara.

1.5.2 Kegunaan Praktis

Secara praktis penelitian ini mempunyai kegunaan.

a. Memberikan informasi potensi dan kebutuhan bahan bakar biomassa untuk *cofiring* di PLTU Batu Bara yang dikelola PT Indonesia Power di matrik prioritas ke-1
b. Memberikan analisis dampak sosial, ekonomi dan lingkungan terhadap penyediaan biomasssa sebagai bahan bakar *cofiring* PLTU Batu Bara.
c. Memberikan analisis strategi pasokan yang berkelanjutan bagi penyediaan bahan bakar biomassa untuk *cofiring* di PLTU Batu Bara.
d. Memberikan gambaran model pendanaan dan skema bisnis yang menguntungkan dalam penyediaan bahan bakar biomassa jumputan padat jenis SRF untuk kebutuhan *cofiring* PLTU Batu Bara.
e. Menambah referensi studi kasus perusahaan yang bergerak dalam penyediaan bahan bakar biomassa untuk *cofiring* di PLTU Batu Bara.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.6 Lingkup Penelitian

Agar dapat mempermudah pemecahan masalah maka perlu diberikan batasan- batasan dan asumsi yang berkaitan dengan permasalahan. Batasan-batasan tersebut adalah.

a. Penelitian pemakaian biomassa dalam program *cofiring* dilakukan pada PLTU Batu Bara yang dikelola PT Indonesia Power pada matrik prioritas pertama (PLTU Suralaya 1-7, PLTU Labuhan 1-2 dan PLTU Pelabuhan Ratu 1-3)
b. Jenis biomassa pada penelitian ini dibatasi bahan baku (*feedstock)* berbasis kayu dan *Municipal Solid Waste* atau sampah kota dengan jenis *SRF*
c. Penelitian yang dilakukan pada uji coba PLTU Batu Bara dengan bauran biomassa untuk *cofiring* maximal sampai dengan 5 %
d. Faktor keekonomian dengan mempertimbangkan jarak dan lokasi potensi biomassa dalam radius 50 km dari lokasi PLTU Batu Bara.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peran Biomassa sebagai Alternatif Energi Terbarukan

Biomassa didefinisikan sebagai bahan organik, tersedia secara terbarukan, diproduksi langsung atau tidak langsung dari mahluk hidup tanpa kontaminasi dari zat lain atau limbah. Biomassa termasuk limbah tanaman dan industri, limbah hutan dan kotoran hewan, limbah peternakan, tumbuhan air, pertumbuhan pohon dan tanaman, sampah kota atau municipal solid waste (Diji, 2013)

Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang masih sedikit dimanfaatkan dan potensi biomassa sangat banyak di Indonesia. Pembakaran bahan bakar dari biomassa mengikuti reaksi balik (*reverse reaction*) dari fotosintesis sehingga sering kali dikenal sebagai CO_2 *Neutral*.

Pemanfaatan biomassa untuk bahan bakar boiler di PLTU sebagai pengganti batu bara berperan menurunkan emisi karbon atau efek gas rumah kaca. Pada saat pembakaran biomassa akan menghasilkan karbon, sedangkan selama hidup dan mengalami pertumbuhan biomassa akan menyerap karbon , sehingga siklus hidup biomasssa dari mulai penanaman sampai dikonversikan menjadi energi listrik menghasilkan emisi karbon yang kecil. Pemakaian biomassa sebagai bahan bakar pembangkit seringkali lebih memanfaatkan residu dari industri kayu, pertanian atau lainnya. Pemanfaatan residu ini disukai karena harga bahan baku menjadi lebih murah dan dapat mengurangi potensi sampah yang tidak termanfaatkan.

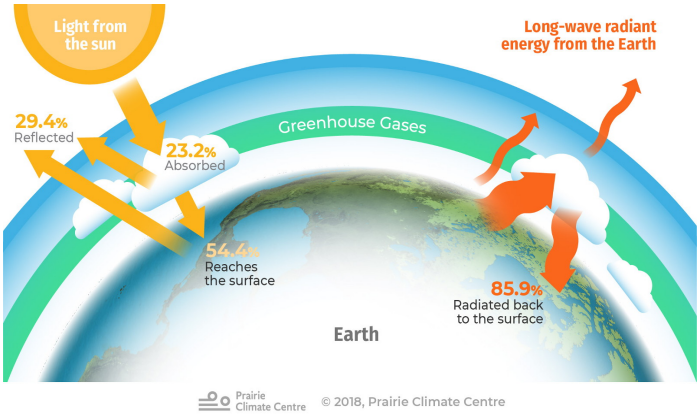
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dalam emisi gas rumah kaca yang mempunyai peranan penting adalah gas karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4) dan nitrogen oksida (N_2O). Gas CO2 adalah gas rumah kaca terpenting penyebab pemanasan global karena kegiatan manusia. Bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas bumi memberikan sumbangan jumlah karbon dioksida yang besar dalam atmosfer.. Di biosfer CO_2 dihilangkan dari atmosfer melalui fotosintesis dengan bantuan sinar matahari oleh tumbuhan. Mikroorganisme jenis tertentu mampu mengurai bahan organik pada kondisi tanpa udara (*anaerob*) kemudian menghasilkan gas CH4 (Metana). Gas ini juga dihasilkan pada saat pembusukan biomassa secara alami di rawa-rawa sehingga disebut juga gas rawa . Gas metana merupakan gas yang mudah terbakar serta akan menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil sampingan. Sedangkan Gas nitrogen oksida (N_2O) dapat terbentuk dalam proses pembakaran pada kondisi tertentu,

Potensi pemanasan global digunakan untuk mengungkapkan kontribusi dari berbagai gas rumah kaca terhadap pemanasan global. Dampak gas rumah kaca *non* CO_2 dinyatakan dalam jumlah setara CO_2 *(CO_2 eq)*. Faktor kesetaraan dari berbagai gas tergantung pada periode waktu perhitungan kesetaraaan karena gas yang berbeda memiliki waktu tingggal yang berbeda di atmosfer.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Emisi gas rumah kaca dapat menyebabkan perubahan iklim dan pemanasan global karena semakin meningkatnya suhu bumi akibat panas matahari terjebak di atmosfer. Gas rumah kaca yang berada di atmofer ini mempunyai peran menyerap dan memantulkan kembali radiasi sinar matahari ke permukaan bumi sehingga terjadilah efek rumah kaca. Efek rumah kaca ini mulai meningkat seiring berkembangnya revolusi industri.



(Sumber : Prairie Climate Centre)

Gambar 2.1 Perubahan Iklim dan Efek Rumah Kaca

Dampak dari peningkatan suhu bumi atau perubahan iklim akan mengakibatkan sejumlah bencana di sejumlah tempat di bumi. Semakin bertambah banyak gas rumah kaca di atmosfer maka kerusakan lingkungan di bumi akan semakin parah. Untuk itu harus segera dilakukan berbagai upaya mengurangi kerusakan lingkungan termasuk pengendalian pemakaian bahan bakar fosil.

Saat ini pemakaian bahan bakar fossil batu bara untuk pembangkit listrik mencapai 61% sedangkan jumlah pemakaian bahan bakar fosil lain sepeti gas pada pembangkit mencapai 23% (sumber: kementerian ESDM,2020). Peningkatan pemakaian biomassa dalam *cofiring* seiring peningkatan kebutuhan listrik akan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Biomassa banyak juga terdapat pada limbah padat kota atau disebut *Municipal Solid Waste (MSW)*. Untuk limbah padat kota *(MSW)* setelah dilakukan pemilahan, diolah terlebih dahulu dengan melakukan proses tambahan untuk meningkatkan kualitas sebelum menjadi bahan bakar jumputan padat baik berupa *Solid Recovered Fuel (SRF)* atau *Refuse Derived Fuel (RDF)*. Komposisi material *SRF* yang digunakan sebagai bahan bakar *cofiring* PLTU Batu Bara memiliki kandungan 95% bahan organik dan 5% anorganik. Penggunaan SRF untuk *cofiring* sangat membantu mengurangi masalah pengolahan sampah yang ada di perkotaan yaitu dengan mengubah limbah menjadi energi listrik (*Waste to Energi*).

2.2 Keberlanjutan dalam *Triple Bottom Line* dan Pengelolaan Hutan Produksi Lestari

Keberlanjutan adalah istilah yang paling sering berkaitan antara hubungan perusahaan dengan lingkungan dan penggunaan sumber daya alam. Strategi keberlanjutan lingkungan sebuah perusahaan terdiri dari tindakan yang disengaja untuk melindungi lingkungan, menyediakan sumber daya alam dalam jangka panjang, memelihara sistem pendukung ekologi untuk generasi mendatang, dan menjaga planet. Sedangkan definisi pembangunan berkelanjutan menurut *World Commission on Environment and Development* , 1987 adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan sendiri saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri.

Faktor pendorong (*macro driver*) keberlanjutan adalah .

1. Pertumbuhan penduduk yaitu semakin banyak orang yang memerlukan air, makanan, energi dan sumber daya alam.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Sumber daya alam yang semakin menipis
3. Globalisasi ekonomi sehingga berkompetisi untuk mendapatkan sumber daya alam dan komoditas
4. Perubahan iklim berakibat pada bencana alam, pertanian , kesehatan dan lainnya.
5. Konektivitas dan komunikasi seperti sosial media, transparasi dan lainnya

2.2.1 *Triple Bottom Line*

Triple bottom line adalah konsep pengukuran kinerja dengan menggunakan tiga pilar utama yaitu people yang mengukur kepedulian sosial, profit merupakan ukuran kerja ekonomis dan planet yang merupakan suatu usaha untuk pelestarian lingkungan . Ketiga pilar utama itu dilakukan secara "*holistik*" yang menunjukkan komitmen terhadap keberlanjutan (John Elkington, 1998). Fokus kegiatan pada ketiga pilar *triple bottom line* yang dilakukan secaa seimbang

2.2.1.1 Profit (Pilar Ekonomi)

Dalam dunia bisnis profit menjadi adalah tujuan dasar yang diinginkan oleh setiap perusahaan. Menurut Michelle & Megawati (2005) Profitabilitas merupakan kemampuan perusahaan menghasilkan laba (profit) yang mempunyai peran peting untuk kebelangsung hidup suatu perusahaan dalam jangka panjang. Laba akan memberikan dampak pada kesejahteraan dan sebagai dasar pembagian dividen perusahaan.. Profitabilitas merupakan suatu kinerja ekonomi dan dapat menunjukkan apakah suatu perusahaan akan mengalami prospek baik dimasa yang akan datang. Setiap perusahaan akan mempertahankan kelangsungan hidupnya dengan terus berusaha meningkatkan profitabilitasnya supaya kelangsungan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

hidupnya lebih terjamin.. Untuk mendongkrak profitabilitas dengan meningkatkan produktivitas dan ekspansi serta selalu melakukan efisiensi biaya. Walaupun demikian dalam konsep *triple bottom line* perusahaan tidak hanya mengejar keuntungan tetapi juga menjaga keseimbangan hubungan dengan komunitas dan lingkungannya..

2.2.1.2 Planet (Pilar Lingkungan)

Perusahaan seringkali memanfaatkan sumber daya alam dalam kegiatan bisnisnya. Lingkungan dan kegiatan perusahaan mempunyai hubungan yang saling mempengaruhi. Ekplorasi sumber daya alam yang berlebihan tanpa memperhatikan kondisi tanah, air dan udara akan mempengaruhi pembangunan berkeberlanjutan.. Dalam pembangunan berkelanjutan tidak boleh ada ketidakmerataan antar generasi (*intergeneration equity principle*) sehingga generasi mendatang tidak kurang sejahtera dari generasi sekarang. Pembangunan berkelanjuan juga merupakan penolakan dari kegiatan saat ini yang dapat merusak lingkungan atau ekologi yang akan berakibat pada berkurangnya kesejahteraan bagi generasi yang akan datang. Pengaruh tekanan ekologi seperti kualitas tanah, air dan hutan nantinya akan berpengaruh terhadap kondisi ekonomi. Dalam pembangunan keberlanjutan keberhasilan ekonomi keberlanjutan akan meningkatkan kemampuan masyarakat untuk melindungi lingkungannya seperti keterlibatan masyarakat terhadap pengendalian pencemaran karena mempunyai kemampuan untuk memelihara lingkungannya.

Hubungan perusahaan dan lingkungan merupakan hubungan sebab akibat yang salaing memberikan manfaat yaitu jika perusahaan merawat lingkungan maka

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

lingkungan akan memberikan manfaat bagi perusahaan. Sebaliknya jika perusahaan merusak lingkungan maka lingkungan juga akan tidak memberikan manfaat kepada perusahaan.

Perusahaan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dengan pemakaian sumber daya dan energi secara effisien. Penggunaan teknologi ramah lingkungan secara tepat dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan perusahaan karena dapat mengurangi gangguan kesehatan dan keselamatan pekerja dan lingkungan. Sebagai contoh emisi gas buang yang tinggi dapat mencemari lingkungan yang berakibat pada perubahan iklim dan kesehatan pegawai serta masyarakat sekitar. Perusahaan dituntut untuk bertanggung jawab melestarikan lingkungan di sekitar perusahaan dan menjaga ketersediaan sumberdaya yang terjamin kelangsunganya sehingga masih dapat dimanfaatkan untuk generasi yang akan datang.

2.2.1.3 People (Pilar Sosial)

Dalam aspek sosial *triple bottonn line* perlu memahami dampak dari kegiatan bisnis yang kita lakukan. Tujuan menilai dampak sosial dari kegiatan bisnis adalah membantu memahami dan mempertanggungjawabkan konsekuensi berbisnis pada kesejahteraan sosial masyarakat yang tekena dampak bisnis tersebut. Dengan pemahaman tersebut maka muncul tindakan untuk memelihara atau meningkatkan kesejahteraan sosial untuk semua orang.

Kesejahteraan sosial juga tidak dapat dipisahkan dengan kesejahteraan ekonomi misalnya kebutuhan sarana ekonomi untuk mempertahankan struktur sosial dan berpatisipasi dalam masyarakat dan juga tidak dapat dipisahkan dari

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

lingkungan yang sehat. Aset lingkungan tidak hanya memenuhi fungsi ekologis saja tetapi juga fungsi sosial yang berkontribusi pada kesejahteraan dan kesehatan mental manusia selain mempunyai makna etis dan budaya (Lehtonen,2004).

Dampak dari kegiatan perusahaan bisa di dalam atau diluar perusahaan. Tanggung jawab sosial perusahaan akan mempengaruhi perkembangan perusahaan itu sendiri. Salah satu dampak di dalam perusahaan adalah perkembangan perusahaan yang akan mempengaruhi penyediaan lingkungan kerja yang baik, pelatihan ketrampilan kesejahteraan dan hak asasi manusia.

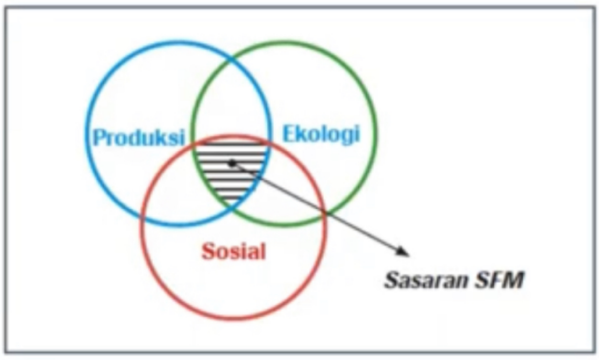
Tanggung jawab perusahaan secara sosial di luar perusahaan dengan menciptakan hubungan yang baik terhadap *stakeholder* dan masyarakat sekitar melalui penciptaan kegiatan yang membantu serta mendukung kehidupan masyarakat.

Penerapan konsep *Triple Bottom Line (TBL)* ini diaplikasikan melalui penerapan *Corporate Social Responsibility (CSR)* yang merupakan bagian strategi perusahaan.

2.2.2 Pengelolaan Hutan Produksi Lestari (*Sustainable Forest Management*)

Dalam tiga pilar keberlanjutan, pengelolaan hutan secara lestari menciptakan hasil yang adil secara sosial, sehat secara ekologis dan layak secara ekonomi.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2.2 Sasaran lingkup *Sustainable Forest Management (SFM)*

Definisi Pengelolaan Hutan Lestari menurut *Internasional Tropical Timber Organization* (ITTO) adalah suatu proses pengelolaaan hutan untuk mencapai satu atau lebih tujuan pengelolaan yang secara jelas ditetapkan, yang menyangkut produksi hasil hutan yang diinginkan dan jasa secara berkesinambungan, tanpa dampak yang tidak diiginkan baik terhadap lingkungan maupun sosial atau pengurangan nilai yang terkandung didalamnya dan potensi-potensinya pada masa yang akan datang.

Konsep ini bermula dari kelestarian hasil produksi, panen yang terukur berdasarkan hasil panen yang sama dari tahun ke tahun, tidak mengalami penurunan atau panen progresif . Dengan demikian dalam kelestarian produksi panen setiap tahun adalah sama atau hasilnya meningkat lebih tinggi dari tahun sebelumnya tanpa merusak hutannya.

Sesuai perkembangan lingkungan hidup dan kelestarian sumber daya alam maka sistem pengelolaan hutan harus dapat menjamin kelestarian multi dimensi yaitu kelestarian sumber daya alam, kelestarian hutan dan hasil hutan, kelestarian fungsi lingkungan serta kelestarian manfaat bagi masyarakat.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dimensi dari kelestarian fungsi lingkungan yaitu pengelolaan tidak merusak hutan yang berfungsi sebagai resapan dan menjaga satwa liar. Sedangkan kelestarian manfaat bagi masyarakat yaitu pengelolaan hutan memberikan manfaat bagi masyarakat sekitar karena sebagian besar masyarakat yang tinggal disekitar hutan kehidupannya bergantung kepada hutan.

Di Indonesia berdasarkan fungsi pokoknya kawasan hutan dibagi menjadi hutan lindung, hutan konservasi dan hutan produksi. Hutan lindung dan konservasi dtujukan untuk mempertahankan sistem penyangga kehidupan dan kelestarian lingkungan. Sedangkan hutan produksi ditujukan ntuk pengusahaan dan dikelola untuk kemakmuran rakyat. Pengelolaan hutan produksi diberikan salah satunya melalui pemberian ijin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu dalam hutan tanaman industri atau IUPHHK- HTI. Ijin ini berupa pemanfaatan hasil hutan berupa kayu dalam tanaman pada hutan produksi melalui kegiatan penyiapan lahan, pembibitan, penanaman, pemeliharaan, pemanenan dan pemasaran.

Salah satu sistem pengerolaan hutan lestari yang dilaksanakan dalam kawasan hutan negara adalah perhutanan sosial. Perhutanan sosial adalah pengelolaan hutan lestari untuk masyarakat yang tinggal di dalam dan sekitar kawasan hutan untuk peningkatan kualitas kesejahteraan rakyat dan lingkungan hidup.

Perhutanan sosial dapat dilakukan melalui skema hutan desa, hutan kemasyarakatan, hutan tanaman rakyat, hutan adat dan kemitraan kehutanan. Hutan desa adalah utan negara yang dikelola oleh desa dan dimanfaatkan untuk kesejahteraan desa. Hak pengelolaan hutan desa (HPHD) merupakan hak

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pengelolaan pada kawasan hutan lindung dan hutan produksi yang diberikan kepada lembaga desa.

Dalam pengelolaan hutan lestari diakukan sertifikasi atau pelabelan berdasarkan objeknya yang terdiri dari tiga macam.

1. Sertifikasi pengelolaan hutan produksi lestari /PHPL (*forest resource certification*) yang memberikan informasi bahwa dalam pengelolaan hutan produksi telah dilakukan upaya-upaya yang menjamin kelelstarian produksi (ekonomi), kelestarian ekologi (lingkungan) dan kelestarian sosial hutan.
2. Lacak balak (*timber tracking*) yang memberikan informasi bahwa balak yang digunakan sebagai bahan baku industry tertentu berasal dari hutan yang telah memenuhi syarat sertifikasi PHPL. Lacak balak merupakan proses mata rantai setelah dilakukan dari penebangan hutan untuk produk. Proses tersebut terdokumentasi dengan baik dari mulai penebangan hingga menuju industri pengelolahan atau distribusi ke konsumen. Lacak balak diperlukan karena hasil hutan akan mengalami mutasi yaitu perubahan bentuk, ukuran, jumlah, kualitas, tanda dan penampilan.
3. Ekolabel hasil hutan (*forest product labeling*) yang memberikan informasi bahwa selain telah memenuhi syarat sertifikasi PHPL dan lacak balak, proses pengolah produk tersebut tidak menimbulkan dampak penting negatife terhadap lingkungan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tujuan pemberian ekolabel bagi konsumen adalah selain memberikan informasi kepada konsumen agar konsumen dapat membuat pilihan berasarkan informasi tersebut juga agar konsumen dapat membedakan antra produk ramah lingkungan dengan yang tidak. Sedangkan bagi produsen mempunyai tujuan untuk memberikan kesempatan produsen mendapat penghargaan atas usahanya memelihara lingkungan hidup dan menciptakan insentif pasar bagi produsen untuk menekan pengeluaran biaya.

2.3 Sertifikasi dan Standar Keberlanjutan (*Sustainability*)

2.3.1 Faktor dalam Standar Keberlanjutan

Untuk menjaga pemakaian biomassa *cofiring* yang berkelanjutan, adanya penetapan standar dan skema sertifikasi merupakan strategi yang dapat membantu memastikan bahwa biomasssa diproduksi secara berkelanjutan.

Faktor yang umumnya dimasukkan dalam standar keberlanjutan

2.3.1.1 Faktor lingkungan

a. Emisi Gas Rumah Kaca

Salah satu manfaat bioenergi yang diakui secara luas adalah pengurangan emisi gas rumah kaca dibandingkan pemakaian bahan bakar fosil. Oleh karena itu kriteria keberlanjutan terkait karbon yang disepakati adalah mempertimbangkan pengurangan emisi gas rumah kaca dari penggunaan bioenergi dibandingkan bahan bakar fosil yang setara. Penghematan emisi gas rumah kaca ditentukan dengan membandingkan semua langkah rantai bioenergi dengan referensi bahan bakar fosil, yang diukur sebagai setara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

CO2 berdasarkan potensi pemanasan global sebagai g / MJ bahan bakar akhir (Van Stappen dkk, 2011).

b. Perubahan penggunaan lahan

Di dalam konteks perubahan iklim, perubahan penggunaan lahan dapat berkontribusi sebagai sumber (*sources)* dan serapan (*sink*) karbon tergantung pada tipe penggunannya. Perubahan lahan akan mempengaruhi cadangan karbon yang berkontribusi terhadap terjadinya peningkatan emisi gas rumah kaca. Mengatasi perubahan penggunaan lahan yang tidak diinginkan pertama-tama membutuhkan produksi penggunaan lahan yang berkelanjutan dan tata kelola yang baik, terlepas dari penggunaan akhir produk tersebut (Van Dam dan lainnya, 2010)

c. Pemeliharaan keaneka ragaman hayati

Keanekaragaman hayati secara umum diakui sebagai prinsip utama untuk dimasukkan dalam standar keberlanjutan bagi bioenergi. Namun beberapa standar sangat berbeda dalam hal kriteria dan indikator yang diusulkan. Beberapa standar berasumsi bahwa produksi bahan baku dapat merusak keanekaragaman hayati. Dalam hal ini dilakukan dengan pengecualian lahan dengan tingkat keanekaragaman hayati tertentu. Standar lain mengasumsikan bahwa produksi bahan baku dapat meningkatkan keanekaragaman hayati suatu wilayah, dalam kondisi tertentu. Dalam situasi ini, produksi bahan baku harus diatur untuk mendorong atau memulihkan keanekaragaman hayati.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

d. Konservasi tanah dan air

Kebutuhan akan konservasi tanah dan air diakui oleh sebagian besar standar. Meskipun demikian prinsip dan kriteria yang dikembangkan menunjukkan variasi prioritas antar standar, sebagian dijelaskan oleh tujuan yang berbeda (Van Dam dkk, 2010)

2.3.1.2 Faktor Sosial- Ekonomi

Sebagian besar *voluntary standard* di bidang bioenergi, kehutanan dan pertanian telah memasukkan prinsip-prinsip untuk menjaga kesejahteraan sosial-ekonomi para karyawan, pemilik lahan dan masyarakat luas. Di negeri Belanda pemenuhan prinsip-prinsip sosial – ekonomi merupakan persyaratan untuk mendapatkan insentif

2.3.2 Standar Biomassa

Standarisasi membuat benda material atau bukan material menjadi seragam. Ini dilakukan oleh komunitas yang berkepentingan untuk kepentingan masyarakat umum (DIN 820). Tujuan utama standardisasi bahan bakar biomasssa adalah untuk mengatasi hambatan pasar yang disebabkan oleh sifat bahan bakar yang tidak homogen untuk membantu menciptakan pasar di mana bahan bakar biomassa padat dapat diperdagangkan antar produsen (petani, pengusaha hutan, perusahaan bahan bakar) dan pengguna (perusahaan listrik, pemanas, industri, konsumen akhir).

Adanya perbedaan standar antara satu negara dengan negara lain akan menimbulkan risiko dalam pembelian biomasa. Perbedaan tersebut terjadi karena perbedaan prioritas terhadap ketahanan energi suatu negara dan upaya memerangi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

perubahan iklim melalui pengurangan emisi gas rumah kaca. Hal ini juga menjadi pendorong utama pengembangan prinsip dan standar keberlanjutan untuk bioenergi. Karena adanya perbedaan prioritas tersebut maka prinsip dalam standar pertanian dan kehutanan tidak dapat semuanya digunakan menggantikan isu-isu keberlanjutan yang ditetapkan standar bioenergi dimana masih mengalami perkembangan (Van Dam dkk,2010).

Berbagai skema sertifikasi sudah ada untuk sektor kehutanan dan pertanian untuk memastikan metode produksi yang ramah lingkungan atau berkelanjutan. Perbedaan pendekatan antara berbagai inisiatif menunjukkan kesulitan dalam mencapai metodologi yang seragam dan diterima secara internasional serta nilai default.

2.3.3 Label *Green Electricity*

Permintaan terhadap sumber energi terbarukan didorong dengan mewajibkan pengguna akhir untuk menghasilkan bagian listrik mereka dari sumber energi terbarukan. Dalam praktiknya, kewajiban ini biasanya tidak dibebankan kepada konsumen tetapi pada pemasok listrik atau perusahaan distribusi. Hal ni telah mengarah pada mekanisme pasar dan perdagangan produksi energi berkelanjutan dan telah merangsang pemasok listrik seperti di Eropa yang menggunakan biomassa sebagai bahan baku, memulai inisiatif mereka untuk mengembangkan sistem sertifikasi biomassa mereka sendiri (Van Dam dkk, 2008).

Perkembangan sertifikasi listrik energi terbarukan di Indonesia juga mulai dilakukan PT PLN dengan diterbitkannya sertifikat energi terbarukan yang disebut *Renewable Energy Certificate (REC).* Dalam satu MWh (Megawatt jam) listrik

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

yang berasal dari sumber energi terbarukan dinyatakan dalam satu sertifikat *REC* yang merupakan instrumen berbasis pasar. Sehingga perusahaan yang memiliki sertikat *REC* dapat mengklaim dirinya merupakan perusahaan yang berkomitmen 100% menggunakan energi bersih dari sumber energi terbarukan dan berkontribusi menjaga kelestarian lingkungan. Awal inisiatif ini berasal dari RE100 yang merupakan kelompok perusahaan yang berkomitmen menggunakan 100% energi terbarukan. RE100 ini beranggotakan lebih dari 250 perusahaan

PT PLN dalam sertifikasi telah melakukan kerja sama dengan APX inc sebagai penyedia sistem pelacakan (*tracking system*) dan *Clean Energi Invesment Accelerator (CEIA)* yang mempercepat transisi menuju energi bersih melalui penciptaan permintaan akan energi bersih dari sektor komersial dan industri, pembukaan akses terhadap pembiayaan energi bersih, serta bekerja dengan pemerintah untuk memperkuat kebijakan yang dapat meningkatkan investasi dan ketersediaan energi bersih

2.4 *Cofiring* Biomassa PLTU Batu Bara

Salah satu implementasi teknologi energi dari biomassa yang menarik dan mudah diterapkan adalah *cofiring* batu bara dengan biomassa dalam *boiler.* Secara umum kegiatan *cofiring* ini dapat menggantikan campuran batu bara mencapai 15-20% di dalam *boiler* tanpa melakukan modifikasi peralatan atau infrastruktur yang berarti. Konsep substitusi batu bara dengan biomassa tersebut dapat mengurangi emisi hasil pembakaran batu bara yang terbawa oleh gas buang atau flue gas melalui penggunaan biomasa .

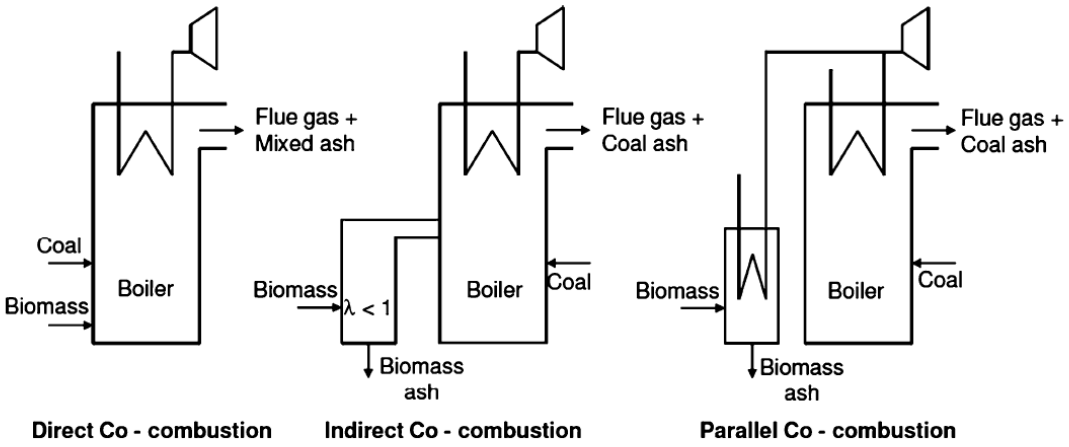
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Potensi biaya tambahan gangguan yang signifikan terdapat pada pengoperasian PLTU dengan *cofiring* dibandingkan dengan pendapatan tambahan dari *cofiring* dengan biomassa. Risiko pada *cofiring* dengan biomassa tersebut terdiri dari dua jenis:

1. Berkurangnya kesiapan pembangkit dan fleksibilitas dalam pengoperasian.
2. Meningkatnya biaya pemeliharaan dan modifikasi yang terkait dengan penanganan biomassa dan peralatan pembakaran di boiler.

Area yang menjadi resiko teknis utama adalah:

1. Masalah persiapan, pemrosesan dan penanganan bahan bakar.
2. Masalah yang terkait dengan pembakaran misalnya stabilitas nyala api yang mempengaruhi pengoperasian dan pengendalian pembangkit listrik,
3. Masalah terkait abu (*slagging, fouling*, korosi, dan lain-lain)
4. Emisi dan dampak lingkungan lainnya.



Gambar 2.3 Teknik Cofiring pada Beberapa PLTU

Beberapa teknik yang sering digunakan pada *cofiring* PLTU Batu Bara dengan bahan bakar alternatif yaitu:

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1. *Direct Co-combustion*

   Mencampur bahan bakar alternatif dan batu bara pada *coal handling* system kemudian diumpankan ke boiler.

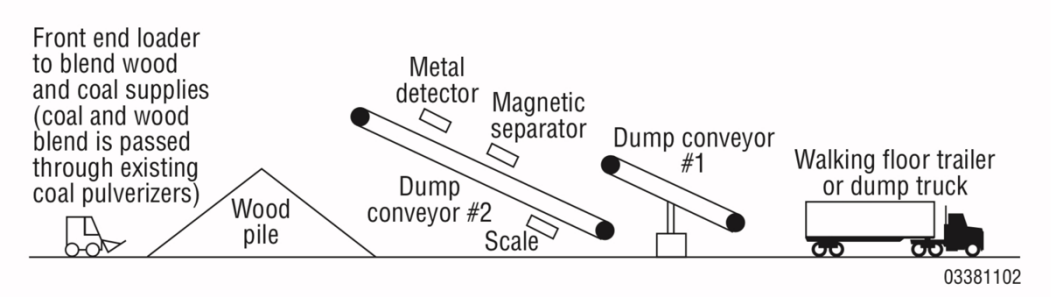
2. *Indirect Co-combustion*

   Menyiapkan bahan bakar alternatif secara terpisah dengan batu bara, kemudian menginjeksikan ke *boiler*.

3. *Parallel Co-combustion*

   Proses gasifikasi bahan bakar alternatif sehingga menghasilkan *synthetic gas* yang kemudian dibakar di *boiler* secara langsung atau menggunakan *Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) system*.

Untuk sistem pencampuran biomassa *direct combution* dalam *boiler* pada PLTU dapat dilakukan dalam *coal yard* sebelum masuk *coal bunker* atau *coal feeder* dalam *boiler* tipe *pulverized coal.*



(Sumber : Federal Technology Alert)

Gambar 2.4 Pencampuran Biomass dan Batu Bara di *Coal Yard*

Bahan bakar biomassa yang digunakan banyak jenisnya antara lain woodchip yang berbentuk cacahan kayu, *saw dust* atau serbuk kayu, *wood pellet* dan *SRF* dari pengolahan sampah organik. Limbah industri kayu bisa didapat dari industri *plywood* , kertas dan lainnya sedangkan limbah industri pertanian dan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

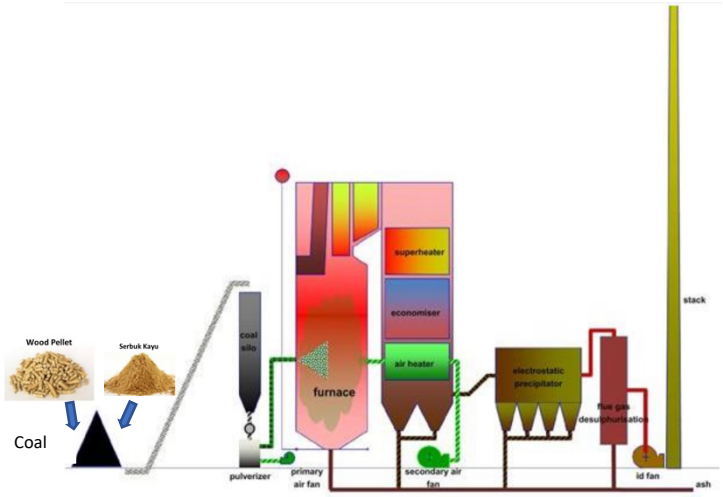
perkebunan bisa berupa sekam padi, ampas kopi, tongkol jagung, cangkang sawit dan lainya.



Gambar 2.5 Jenis Bahan Bakar Biomassa untuk *Cofiring* PLTU Batu Bara

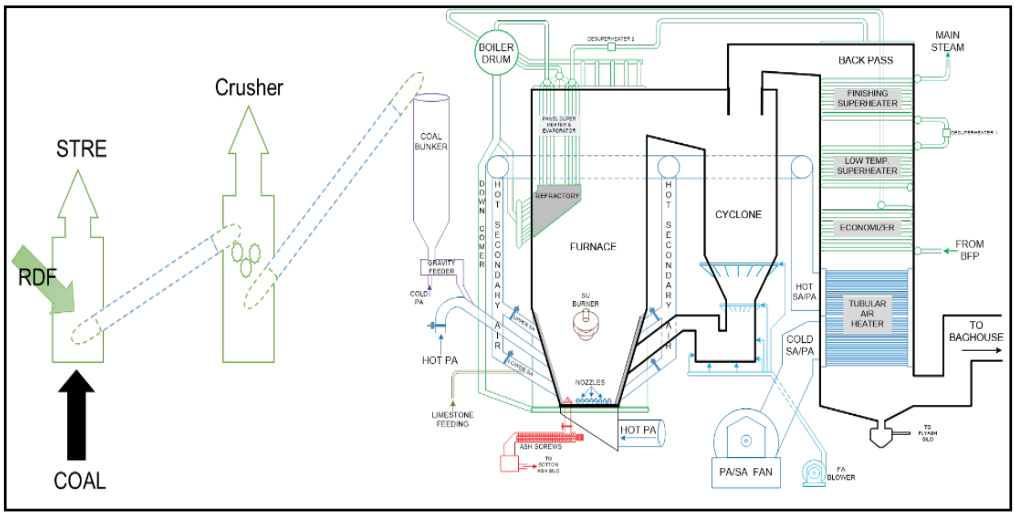
Metode pembakaran *direct cofiring* pada *boiler pulverized coal* adalah yang paling banyak dilakukan pembangkit listrik di seluruh dunia. Pencampuran batu bara dengan biomassa dapat dilakukan di coal yard dengan memanfaatkan peralatan *stacker reclaimer*, *excavator* dan alat berat lain. Pengukuran kuantitas di tempat penerimaan biomassa dilakukan dengan jembatan timbang. Sedangkan pengukuran kualitas di pembongkaran dilakukan oleh *surveyor* independen. Dalam boiler jenis ini bahan bakar batu bara yang sudah dicampur dengan biomassa masuk melalui *conveyor* dan disimpan sementara dalam *coal bunker*. Dari coal bunker atau coal silo masuk dalam *coal feeder* untuk dilakukan pengukuran jumlah bahan bakar sebelum masuk ke *mill* atau *puverizer* untuk dilakukan penggilingan menjadi serbuk yang sangat halus. Serbuk bahan bakar yang halus tersebut ditranportasikan ke dalam boiler menggunakan udara untuk dilakukan pembakaran. Cara ini adalah cara yang paling mudah untuk melakukan *cofiring* dengan biaya yang paling murah dengan investasi yang sangat kecil. Tetapi pendekatan ini mempunyai risiko yang tinggi terhadap sistem pengisian bahan bakar seperti terjadinya penyumbatan saluran bahan bakar sebelum masuk boiler.

STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2.6 Pencampuran Bahan Bakar Cofiring di Boiler Tipe PC

Untuk pemakaian biomassa *SRF* di PLTU tipe *Circulating Fluidized Bed (CFB),* pengumpan *SRF* dalam bentuk *pellet* dapat dilakukan menggunakan fasilitas *stacker reclaimer* yang ada dengan membuat *temporary feeder*. Cara pengumpanan bahan bakar biomassa dilakukan bersamaan dengan proses pengisian *bunker* batu bara unit lihat Gambar 2.7



(Sumber : PLTU OMU Jeranjang PT Indonesia Power,2020)

Gambar 2.7. Titik Tuang *Pellet* Menggunakan *Line Stacker dan Reclaimer*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4.1 Perkembangan *Cofiring* di Dunia

Cofiring merupakan pembakaran dua (atau lebih) jenis material yang berbeda pada saat yang bersamaan dan mengkombinasikanya dengan bahan bakar alternatif terbarukan. *Cofiring* PLTU batu bara dengan biomassa di dunia sudah mulai banyak dilakukan dari barat ke timur Eropa seperti Belanda, Polandia , Inggris dan Asia seperti Cina, India , Jepang, Korea Selatan

Saat ini banyak negara yang telah memberikan insentif untuk mendorong penggunaan biomassa untuk pembangkit listrik. *Cofiring* dengan biomassa yang digunakan untuk pembangkit tenaga listrik batu bara selalu menimbulkan biaya tambahan dan umumnya didapat dengan subsidi keuangan. Di Amerika mayoritas negara bagian telah memberlakukan standar portofolio energi terbarukan (*Renewable Energi Portofolio Standard*) yang mewajibkan penyedia listrik untuk menggunakan sebagian listrik sumber terbarukan yang memenuhi syarat. Contohnya termasuk di Minnesota, yang mengharuskan 25% pembangkit listrik harus berasal dari sumber terbarukan pada tahun 2025 dan di Colorado yang memiliki persyaratan 20% pada tahun 2020.

Lebih dari 150 pembangkit listrik di seluruh dunia memiliki pengalaman *cofiring* dengan biomassa atau limbah bahan bakar, setidaknya sebagai percobaaan. Ada sekitar 40 pembangkit listrik dengan menggunakan teknologi *pulverized coal (PC)* secara komersial dengan pembakaran bahan bakar biomassa sebesar 3% . Meskipun sudah banyak *cofiring* pada pembangkit listrik batu bara dengan rasio *cofiring* yang rendah, hanya sekitar selusin yang berhasil mencapai prosentase tinggi dalam periode yang lama. Pembangkit listrik yang beroperasi dalam rasio

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

cofiring tinggi adalah sekitar sekitar 15% dari berat biomasa atau 10% dari *output* energi.

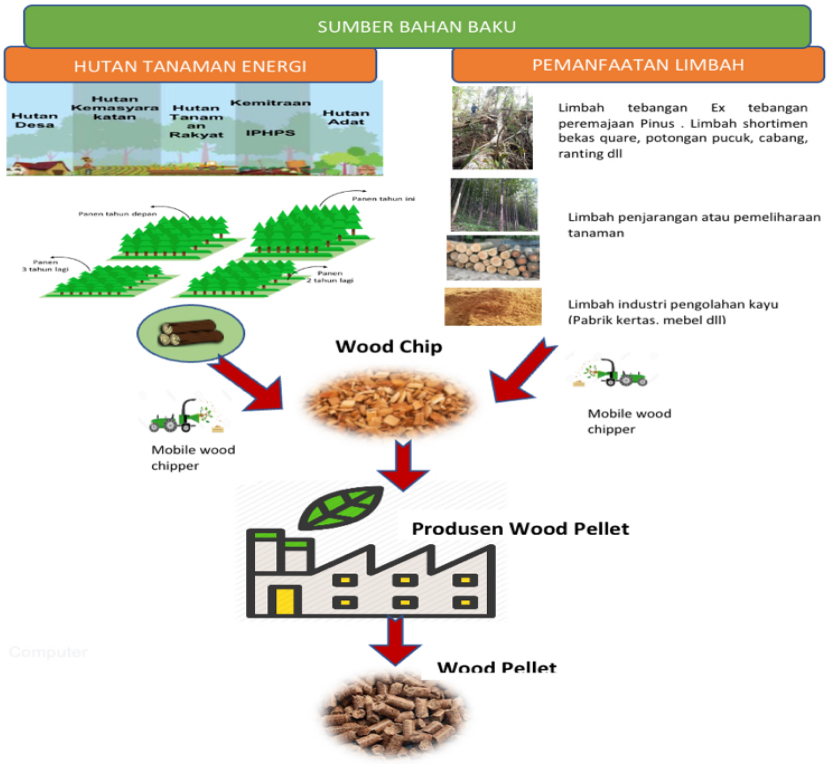
Salah satu keberhasilan dalam transformasi pembangkit listrik dari bahan bakar batu bara ke bahan bakar biomassa di dunia adalah Drax Power Station. Drax Power merupakan pembangkit listrik terbesar di Inggris dengan 6 unit pembangkit listrik kapasitas total 4000 MW yang telah memulai *cofiring* pada tahun 2003 dengan menggunakan campuran 5% biomassa dan 95% batu bara.

Lima belas tahun kemudian sudah dapat mengubah pembangkitnya menjadi 3 unit pembangkit listrik yang semula dengan batu bara menjadi seluruhnya menggunakan biomassa berbentuk *pellet.* Bahan baku (feedstock) yang digunakan Drax Power Station sebagian besar atau 40 % menggunakan limbah industri kayu hanya 19% menggunakan kayu batangan dengan kualitas rendah. Selebihnya menggunakan hasil penjarangan untuk pemeliharaan 29%. ranting pohon, ujung pohon,kulit kayu dan residu penjarangan 2% (sumber Drax Power ,2017). Saat ini Drax Power Station sudah mengubah keempat unit pembangkitnya menjadi berbahan bakar penuh biomassa.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.5 *Feedstock* (Bahan Baku) *Wood Pellet*

Untuk membangun industri *wood chip* atau *wood pellet* perlu dilakukan penanaman hutan khusus berupa tanaman energi yang akan menjad industri utama guna mendukung *cofiring*. Tanaman energi ini umumnya dipilih tanaman yang mempunyai kalori cukup tinggi dan mempunyai siklus tanamnya pendek seperti pohon kaliandra merah atau gamal.



Gambar 2.8 Proses Pembuatan *Wood Pellet* dari Bahan Baku Berbasis Kayu

Kelebihan adanya hutan tanaman energi ini karena mempunyai karakteristik jenis pilihan sesuai kebutuhan, menyesuaikan tempat tumbuh setempat, adanya jaminan siklus panen dan nilai kalor terkontrol.

Secara umum sebagai feedstock (bahan baku) untuk pembuatan wood pellet bahan bakar cofiring dapat diperoleh dari :

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.5.1 Hasil pohon yang sengaja ditanam

a. Hutan tanaman energi sebagai sumber bahan baku yang khusus untuk dmanfaatkan energinya, digunakan tanaman yang mempunyai kalori tinggi dan siklus pendek disesuaikan kondisi tanah.
b. Hutan Tanaman Industri (HTI) dimana hutan tersebut memproduksi tanaman dengan menerapkan budidaya kehutanan untuk memenuhi bahan baku industri.
c. Perhutanan Sosial yang merupakan sistem pengelolaan hutan lestari yang dilaksanakan dalam kawasan hutan negara atau hutan hak/hutan adat oleh masyarakat sekitar hutan atau masyarakat hukum adat sebagai pelaku utama. Dalam pelaksanaannya perhutanan sosial ini dilakukan oleh Lembaga Pengelolaan Hutan Desa (LPHD)/ Lembaga Adat, Kelompok Tani, Gabungan kelompok Tani (Gapoktan), Koperasi, Masyarakat Hukum Adat (HMA), Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH)
d. Tanaman hasil penghijauan yaitu penanaman pada lahan kosong di luar lingkungan hutan, terutama pada tanah milik rakyat dengan tanaman keras. Contohnya seperti pohon buah, jenis-jenis pohon hutan, tanaman penguat teras, tanaman perkerbunan dan lain-lain.
e. Tanaman agroforestri yaitu sistem penggunaan lahan (usaha tani) yang mengkombinasikan pepohonan dengan tanaman pertanian untuk meningkatkan keuntungan, baik secara ekonomis maupun lingkungan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Untuk mendapatkan bahan baku (*feedstock*) pembuatan *wood pellet* atau *wood chip* dari pohon yang sengaja ditanam memerlukan pengelolaan produksi secara lestari. Pengelolaan yang berkelanjutan termasuk lingkungan yang terdiri dari tanah, air dan keaneka ragaman ekosistem dalam hutan tersebut. Dalam mencapai pengelolaan bahan baku (*feedstock*) secara berkelanjutan perlu dipertimbangkan beberapa aspek yaitu aspek ekonomi, aspek lingkungan dan aspek sosial seperti pada penerapan dalam tiga elemen dasar dalam *Triple Bottom Line* yaitu profit, planet dan people. Pengelolaan ini selain memperhatikan ekonomi atau keuangan juga memperhatikan perlindungan dan pengelolaan lingkungan serta kesejahteraan masyarakat dan individu. Hal ini akan meningkatkan kualitas hidup ekonomi dan sosial sambil membatasi dampak lingkungan pada daya dukung alam

2.5.2 Limbah tanaman atau industri

a. Limbah hasil sistem tebang pilih atau penebangan pohon komersial hutan tanaman industri (*logging residue*). Kegiatan penebangan pohon pada tahapan pemanenan hutan berpotensi menghasilkan kayu limbah terbesar (Budiman dan Pradata 2013). Kayu limbah yang terjadi akibat penebangan dengan sistem tebang pilih tidak hanya berasal dari pohon yang ditebang, tetapi juga berasal dari pohon yang tidak ditebang, yang rusak tertimpa pohon yang ditebang. Potensi dari limbah yang didapat bisa mencapai 20-40%.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

b. Limbah dari tebangan peremajaan pinus, limbah potongan pucuk, cabang dan ranting.
c. Limbah kayu dari hasil penjarangan atau pemeliharaan yang bisa dilakukan secara rutin tiap tahun .
d. Limbah industri pengolahan kayu seperti industri penggergajian kayu , industri kayu lapis, industri *plywood* dan lainnya.
e. Sumber dari proses pembersihan lahan (land clearing) sebelum dimulainya aktivitas penambangan, kebun, hutan tanaman industri ,pembangunan dalam suatu proyek.
f. Limbah tanaman pertanian juga dapat digunakan sebagai bahan biomassa atau campuran *wood pellet* antara lain tongkol jagung, sekam padi, ampas tebu,singkong, sagu dan lainnya.

Karakteristik dari limbah kayu ini adalah tergantung dari produksi utamanya (*main products*), nilai kalor sangat bervariasi sesuai bahan baku bisnis utamanya , biasanya cocok di kawasan dekat Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) atau industri kayu dan perhitungan finansial menguntungkan karena lebih murah.

Pada beberapa bahan baku biomassa memiliki nilai kalor dan karakteristik yang berbeda. Berikut adalah nilai kalor berbagai bahan baku biomassa.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 2.1 Nilai Kalor Berbagai Sumber Bahan Baku Biomassa

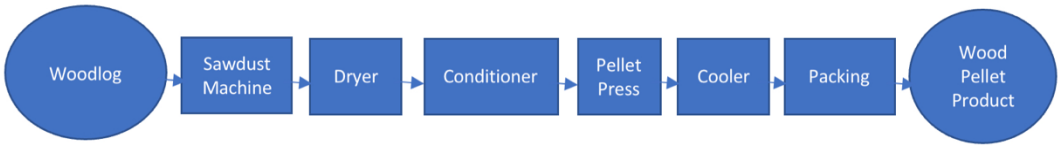
No	Jenis Industri	Bahan Baku (Feedstock) Biomassa	Nilai Kalori (Kcal/Kg)
1	Kelapa Sawit	Serat Sawit (Fiber)	3340
		Cangkang Sawit (Shell)	4300
		Tandan Kosong Sawit (EFB)	1900
		Pelepah Sawit (Frond)	3350
		Batang Replenting Sawit (Trunk)	3500
2	Tebu	Ampas Tebu (Bagasse)	1850
		Daun & Pucuk Tebu (Leaf, Top Cane)	3000
3	Kelapa	Sabut Kelapa	3300
		Tempurung Kelapa (Coconut Shell)	4300
4	Karet	Batang Replanting Karet	4300
5	Padi	Sekam Padi (Rice Husk)	3350
		Jerami Padi	2800
6	Jagung	Tongkol Jagung (Corn Cob)	3500
		Batang & Daun Jagung	2500
7	Kayu	Kayu Limbah Industri (Woodwaste)	>4000
		Kaliandra Merah	4600

(Sumber : Dept Research,Innovation & Engineering (DEPREI) PT Indonesia Power,2020)

Pada bahan baku yang menggunakan tanaman pertanian perlu dipertimbangkan terhadap keberlanjutannya serta dampak terhadap ketahanan pangan karena adanya persaingan penggunaan untuk kebutuhan pokok dan energi. Sebagai contoh kombinasi antara komponen atau kegiatan kehutanan seperti pepohonan , perdu, palem, bambu dengan komponen pertanian.

2.6 Proses Pembuatan *Wood Pellet*

Teknologi proses produksi pabrik *wood pellet* untuk skala besar adalah sebagai berikut.



Gambar 2.9 Proses Produksi Pabrik *Wood Pellet*

Dalam proses produksi tekanan injeksi steam (P) sebesar 5 bar untuk *conditioner* sering dilakukan pada pabrik *wood pellet* skala besar (kapasitas 1 line

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5 ton/jam) karena pembuatan *steam* dan operasionalnya kurang ekonomis untuk skala kecil..

Komponen biaya terbesar dalam proses produksi *wood pellet* adalah bahan baku dan pengeringan. Tingkat kekeringan memegang peranan vital dalam proses produksi *wood pellet*. Limbah olahan seperti industri mebel umumnya sudah kering, sedangkan dari hutan atau kebun masih basah, sehingga perlu pengeringan sebelum diproses menjadi *wood pellet*.

Proses pengeringan kayu dipengaruhi oleh suhu udara, kelembaban dan kecepatan sirkulasi udara disekitar permukaan kayu yang berjalan semakin cepat jika semakin tinggi. Kayu yang lebih ringan pada umumnya akan mengering lebih cepat daripada kayu yang lebih berat, karena porositas kayu ringan lebih tinggi daripada porositas kayu berat.

Sebelum dilakukan proses *size reduction stage* di *hammer mill*, hasil panen dilakukan pengeringan kadar air yang umumnya sangat tinggi sekitar 50%. Hal ini dikarenakan kemampuan *hammer mill* pada kadar air maksimum 20%

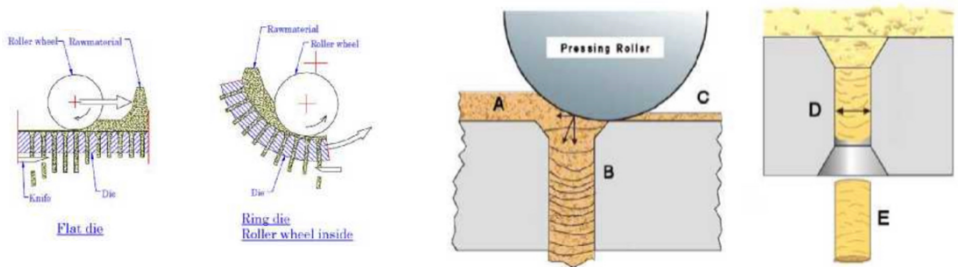
Untuk ukuran batang kayu yang kecil rata-rata hanya 5-10 cm dapat digunakan *wood crusher (wood chipper + hammer mill)* dengan 1 tingkat proses. Sedangkan untuk ukurannya lebih dari itu digunakan *chipper* lalu *hammer mill* atau tipe *drum cutter*.

Saat *pelleting stage*, terlalu tinggi maupun terlalu rendahnya kadar air pada proses pemelletan kayu mempengaruhi kegagalan proses ini. Untuk mendapatkan kualitas *pellet* yang baik, suhu rata-rata di die 125 C dipersyaratkan menjaga suhu 85 C untuk minimum die dimana semakin tinggi suhu semakin baik kualitas *pellet*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Effisiensi pabrik *wood pellet* yang dapat diterima adalah 130-200 kWh/ton tanpa *drying system*.

Setiap bahan baku memiliki kualitas dan karakteristik yang berbeda. Parameter yang mempengaruhi adalah kadar air, kepadatan dan kualitas perekatan.



Gambar 2.10 Proses Pelletisasi Kayu

Ketika kualitas bahan baku telah sesuai untuk *wood pellet* berkualitas, maka setelah masuk p*elletiser* , berkontak dengan *roller* dan mendapatkan panas serta tekanan yang sesuai maka *pellet* akan keluar. Pisau bisa ditambahkan untuk mengeset panjang *pellet* dan setelah di dinginkan *pellet* akan keras dan siap digunakan.

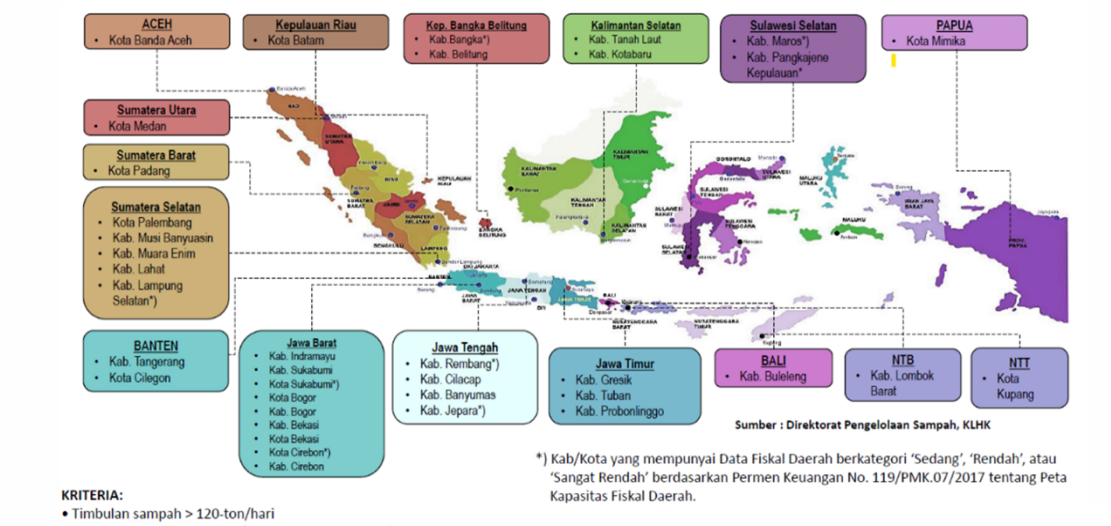
Kualitas *wood pellet* dipengaruhi oleh kualitas pemilihan bahan baku, *settingan pelletiser* yang meliputi ketebalan , material *die*, *pressing time*, *pressing* temperatur dan . tekanan. Tekanan (*pressure*) bisa diset dengan pemilihan *die*, material *die* dan jarak dengan *roller*. Sehingga untuk produksi *wood pellet* dari beragam bahan baku perlu mengubah kecepatan pengumpanan ke *pelletiser* maupun pemilihan pellet die-nya. Idealnya pemilihan *die* juga terkait rasio kompresinya, misalnya mengolah bahan baku kayu lunak membutuhkan die lebih tebal dibandingkan mengolah kayu keras, untuk hasil kualitas pemelletan yang sama.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.7 *Feedstock* (Bahan Baku) Jumputan Padat

Di Indonesia saat ini sampah kota yang disebut sebagai *"Municipal Solid Waste"* atau *MSW* jumlahnya sangat besar dan masih belum diolah secara terpadu. Standar pengolahan yang umum dilakukan adalah "*open dumping sanitary landfill*" yang dilakukan di Tempat Pembuangan Akhir atau TPA. Dengan pertumbuhan penduduk yang pesat maka volume sampah disetiap kota juga akan meningkat. Seiring dengan jumlah sampah yang terus meningkat, maka TPA yang ada akan penuh dan perlu dicari lokasi untuk TPA baru. Persoalan persampahan dapat diselesaikan dengan menjadikan sampah sebagai sumber daya serta pertumbuhan ekonomi dapat tumbuh dengan baik. Salah satu alternatifnya adalah dengan ekonomi sirkular dengan menjaga agar sumber daya dapat dipakai selama mungkin, menggali nilai maksimum dari penggunaan, kemudian memulihkan dan meregenerasi produk pada setiap akhir umur layanan. Sampah yang masih mempunyai kandungan energi sebenarnya masih bisa dikelola sebagai bahan bakar atau yang dikenal sebagai jumputan padat akan membantu mengurangi masalah kebersihan dan lingkungan lebih baik.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(Sumber: Direktorat Bioenergi- Kementerian ESDM,2020)

Gambar 2.11 Peta Potensi *MSW* sebagai Bahan Baku Jumputan Padat

Bahan bakar jumputan padat dalam bentuk *Refuse Derived Fuel (RDF)* ataupun *Solid Recovered Fuel (SRF)* ini bisa digunakan sebagai bahan bakar pada industri seperti pabrik semen dan pembangkit listrik.

2.7.1 Karakteristik *MSW* sebagai Bahan Baku Jumputan Padat

Sampah merupakan material yang tidak mungkin habis sepanjang masa, bahkan jumlahnya cenderung meningkat dari waktu ke waktu karena sampah merupakan konsekuensi dari aktivitas manusia yang tidak mungkin bisa dihindari dan volumenya berbanding lurus dengan tingkat pertumbuhan penduduk. Sampah domestik merupakan bahan energi yang berkualitas rendah, nilai kalori bahan ini sekitar 1.200 kCal/kg, lebih rendah dibandingkan jerami padi (2.400 kCal/kg) atau sekam (3.000 kCal/kg) . Sedangkan Nilai kalor sampah plastik sangat tinggi, berkisar antara 5.000-13.000 kCal/kg kering, hal ini dikarenakan plastik terbuat dari petroleum atau gas alam sehingga menyimpan kandungan energi yang sangat tinggi dibandingkan komponen lain dalam sampah. Adapun komposisi sampah yang lain

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

seperti karton, kertas, karet nilai kalor rata-rata 3.500 – 4.500 kCal/kg (Subramanian, P.M.,2000). Untuk nilai kalor dari berbagai komposisi sampah yang diambil dari sampah perkotaan dan diuji dengan berbagai metode pengujian seperti pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Perbandingan Nilai Kalor Komponen Sampah

No	Sampel	Nilai Kalor (kcal/kg)					
		Bom Kalorimeter	LHV	Proximate Analysis		Dulong	
				1	2	3*	3* *
	Kertas						
1	HVS	3024,24	2884,84	4234,29	1143,01		3591,18
2	Karton	3602,18	3359,17	4118,58	1154,28	6648,26	
3	Koran	3845,53	3618,95	4238,47	1306,64	4205,97	
4	Majalah	2598,95	2476,51	3646,23	992,02	2712,36	
5	Kertas Nasi	4246,92	3920,67	4167,29	1288,89		3591,18
6	Kardus	4487,07	4093,09	4257,12	1284,39	3571,67	
	Plastik						
7	PET Bottle (no.1)	5450,85	5252,42	4445,83	1382,24	11680,56	
8	HDPE Lembaran (no.2)	11207,00	11169,58	4444,73	1386,33		6307,50
9	PVC lembaran (no.3)	5187,91	5138,23	4332,82	1360,11	5448,78	
10	LDPE (no.4)	12318,40	12195,08	4505,66	1356,34		6307,50
11	PP Cup (no.5)	11912,80	11903,06	4426,95	1380,54		6307,50
12	PS (no.6)	11285,50	11269,80	4273,86	1379,38	9645,22	

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	Sampah Makanan&Pasar						
13	Makanan tercampur	5162,21	1437,86	3727,54	737,10	4466,11	
14	Daun Pembungkus	4638,37	975,59	4069,59	573,85		4154,72
15	Batok&gambut kelapa	4684,11	3407,90	4446,86	1291,42		3915,63
16	Sayur	4568,29	689,85	4205,94	248,60		4466,11
17	Ikan	5837,12	1567,48	3497,23	581,39		4466,11
18	Lemak	9891,62	5065,61	4442,10	1213,95	9155,28	
19	Daging	7154,78	2597,33	4359,15	1034,45		
20	Tulang	4464,42	1570,90	3169,97	638,29		6951,46
21	Buah	5064,86	392,54	4337,90	-828,00	4347,01	
	Sampah Kebun						
22	Daun	3998,02	1632,60	3644,07	958,76		4154,72
23	Rumput	4153,51	906,08	7365,52	567,68		4154,72
24	Cabang pohon/ranting	4715,66	1997,45	4211,09	1096,14		3915,63
	Tekstil & Karet						
25	Handuk	4435,10	4239,45	4301,44	1348,27		4357,78
26	Jeans	4271,05	4010,65	4393,74	1372,21		4357,78
27	Kaos	4836,68	4664,32	4413,66	1365,93		4357,78
28	Karet	5202,15	5106,45	4218,60	939,96	8598,61	
	Kompos						
29	Mentah	2125,75	675,26	2402,29	420,93		4137,50
30	1/2 Matang	2091,90	979,05	2291,37	484,83		4137,50
31	Matang	1669,73	936,04	1854,94	415,31		4137,50
32	Residu	2211,65	980,02	3007,37	680,21		4137,50

* data Tchobanoglous
** asumsi dari data Tchobanoglous

(Sumber : Novita, D,M., Damanhuri, E., Jurnal Teknik Lingkungan, 2110)

Pengukuran nilai kalor sampah secara keseluruhan dengan menggunakan bom kalori meter sangat rentan terhadap kesalahan, karena sangat sedikit sampel sampah yang digunakan pada pengukuran sehingga tidak mewakili variasi atau komposisi sampah sebenarnya. Oleh karena itu, untuk mendapatkan pengukuran nilai kalor yang lebih representatif, dilakukan pengukuran terhadap tiap komponen yang menyusun sampah tersebut. Nilai kalor sampah sangat dipengaruhi oleh kadar air dan hidrogen sampah, hasil pengurangan nilai kalor, *Low Heating Value (LHV)* biasanya digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan teknologi pengolahan dan aplikasi *Waste to Energy (WtE)*

Mengutip jurnal *Renewable Energy* dengan judul "*Potential and cost of electricity generation from human and animal waste in spain*" mengatakan bahwa

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

negara Spanyol mampu memproduksi hingga 7.42% dari total kebutuhan energi listriknya hanya dari sampah (Gomez, Antonio., Zubizareta, 2010), maka Indonesia pun memiliki potensi untuk mengolah sampah menjadi bahan baku energi listrik.

Konsep *Waste Management and Waste to Energy* (WtE) adalah mengolah sampah menjadi energi listrik, konsep ini terdiri atas metode *biochemical (landfill, anaerobic digester), biothermal* atau pembakaran langsung (insenerasi, gasifikasi, pirolisis), dan dengan memproduksi bahan bakar dalam bentuk metan, hidrogen, ataupun bahan bakar sintetik lainnya ataupun peletisasi ataupun briketisasi dengan ukuran yang cenderung seragam, dengan profil fisik yang solid membuat sangat ideal sebagai sumber bahan bakar. Nilai kalor sampah dapat ditingkatkan dengan cara pemrosesan menjadi SRF, baik sampah *biodegradable* atau *non-biodegradable* dengan cara bio-mekanis, terutama untuk menurunkan kadar air sampah dan mengurangi emisi gas berbahaya bagi lingkungan (Santosa, Sandra., Soemarno, 2014)

Pellet *SRF* merupakan hasil pengolahan sampah yang sudah dipilah, dikeringkan baik secara alamiah maupun mekanik, dan diuraikan dengan bioaktivator sehingga bau sampah akan hilang serta volume sampah akan mengendap dan lapuk hingga 50 %. Setelah itu sampah tersebut dicacah serta dipadatkan sehingga berbentuk silindris dengan ukuran diameter dan tingkat kepadatan tertentu sesuai dengan setting mesin produksi pelet. Proses peletisasi merupakan proses pencampuran berbagai komposisi sampah baik organik maupun non organik dengan tujuan agar menghasilkan campuran yang homogen sehingga diharapkan stabilitas pembakaran di ruang bakar ataupun *boiler* dapat terjaga

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dengan baik. Dengan metode peletisasi (*peletization*) atau briketisasi (*briquetting*), bioproduk pelet SRF dapat meningkatkan kualitas thermal SRF sampai dengan nilai kalor 3.300-4.200 kCal/kg (Legino, Supriadi, dkk, 2018).

Metode briket dan *pellet* adalah proses densifikasi yang membuat kepadatan sampah menjadi padat. Perilaku fisik dan kimia bahan baku memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas briket atau pelet sebagai bahan bakar. Kepadatan merupakan parameter penting dalam memproduksi tergantung pada kepadatan bahan bakunya, semakin tinggi kepadatan, semakin tinggi rasio energi. Secara independen jenis bahan yang akan dipadatkan, kadar airnya, ukuran fraksi, temperatur pengepresan, dan tekanan pemadatan adalah parameter penting untuk membuat briket dengan kualitas yang dapat diterima. Ukuran fraksi memiliki pengaruh besar pada proses briket. Fraksi yang lebih kasar adalah kekuatan pemadatan yang lebih tinggi diperlukan untuk pembuatan briket. Briket memiliki homogenitas dan stabilitas yang lebih rendah. Dengan meningkatkan ukuran fraksi, kekuatan ikatan di dalam material berkurang yang berdampak pada peluruhan yang lebih cepat dalam proses pembakaran (Krizan, P., M. Matus, L. Soos, J. Kers, P. Peetsalu, U. Kask, and A. Menind. 2011.).

Pellet SRF ini dapat diaplikasikan substitusi bahan bakar fosil sebesar sampai dengan 5% pada PLTU batubara tipe stoker maupun *Circulating Fluidizing Bed* (CFB). Komposisi pelet SRF sendiri terbuat dari campuran sampah organik dan non organik (non PVC) dengan perbandingan 95% : 5% (Legino, Supriadi, dkk, 2018),

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

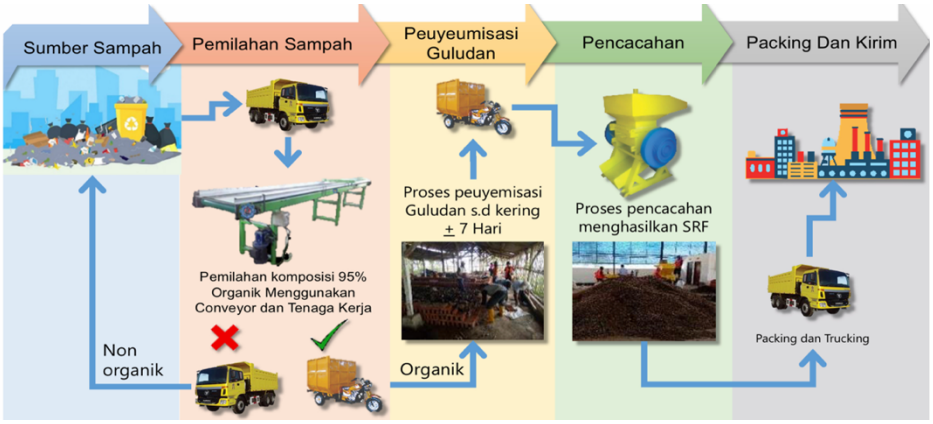
Dengan tidak adanya komposisi *non PVC* dalam *pellet SRF*, potensi terbentuknya dioksin dan furan dalam proses pembakaran di *boiler* kemungkinan kecil terjadi, sehingga penerapan *pellet SRF* sebagai bahan bakar di PLTU ini tidak berdampak negatif terhadap lingkungan

2.8 Proses Pembuatan *Solid Recovered Fuel (SRF)*

Solid Recovered Fuel (SRF) adalah alternatif bahan bakar fosil berkualitas tinggi yang dihasilkan dari limbah komersial termasuk kertas, karton, kayu, tekstil, kulit dan plastik. *Feedstock* bahan bakar tersebut melalui proses tambahan untuk meningkatkan kualitas dan nilai kalor.

Proses pengolahan sampah komersial tersebut dilakukan dengan cara melakukan pemilahan,peuyeumisasi di guludan, pencacahan dan pelletisasi menjadi *SRF*.

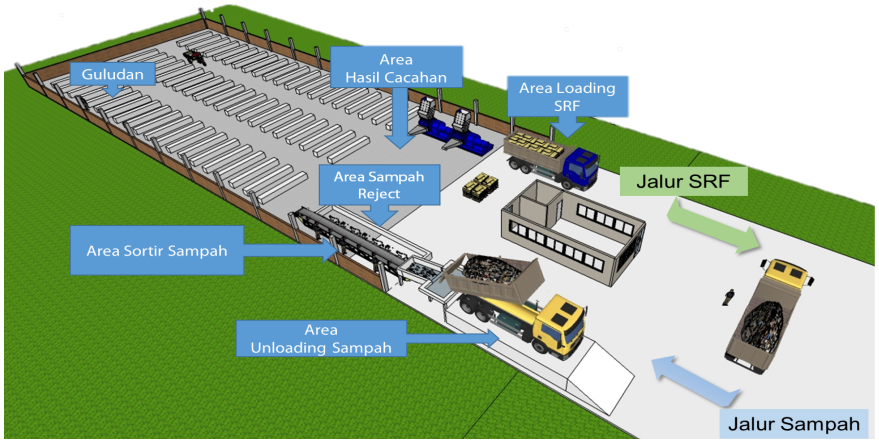
Untuk pengolahan sampah menjadi *SRF (Solid Recovered Fuel)* yang dilaksanakan di PT Indonesia Power adalalah sebagai berikut.



(Sumber : DEPREI PT Indonesia Power,2020)

Gambar 2.12 Proses Pegolahan Sampah Menjadi Produk *SRF*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(Sumber : DEPREI PT Indonesia Power,2020)

Gambar 2.13 *Layout* Pengelolaan *SRF*

Sampah (*Municipal Solid Waste*) yang sudah mengalami pemilahan dibongkar dilakukan pemilahan lebih lanjut dari sampah anorganik. Sampah yang sudah dipilih ini diharapkan 95% organik dan 5% anorganik . kemudian sampah organik tersebut dilakukan proses peuyuemisasi di guludan dengan menggunakan cairan bioaktivator yang disemprotkan sehingga setelah 5-7 hari kemudian setelah mengalami pengeringan kalori dapat meningkat. Selanjutnya dilakukan pencacahan menghasilkan *SRF* untuk dilakukan pengemasan dan pengiriman ke PLTU.

2.9 Perbandingan Jenis Biomassa dan Isu Strategis

Perbandingan kelebihan dan kekurangan dari pemakaian masing-masing jenis biomassa untuk *cofiring* PLTU Batu Bara adalah sebagai berikut/

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 2.3 Perbandingan Jenis Biomassa untuk *Cofiring* PLTU

Jenis Biomassa	Kelebihan	Kekurangan
Saw dust (serbuk kayu dari industri kayu)	Memiliki nilai kalori secara rata-rata 3500- 4100 Kcal/kg lebih tinggi dibandingkan SRF. Hal ini masih bisa memenuhi kebutuhan boiler PLTU tanpa mengalami derating (penurunan kemampuan pembangkit dalam menghasilkan daya listrik).	Jenis kalori bisa sangat beragam tergantung dari bahan residu yang dihasilkan industri utama kayu.
	Emisi gas yang dihasilkan lebih baik dari batu bara sehingga bisa menurunkan emisi gas CO2, NOx dan Sox	Adanya pemanfaat atau pengguna dari industri lain (pabrik semen, pupuk,pabrik pellet dll) sehingga harga dan ketersediaan tidak menentu
	Ukuran sawdust yang relatif halus memberikan keuntungan untuk tidak perlu dilakukan penggilingan lebih lanjut sehingga menghemat pemakaian listrik di PLTU	Pembelian dalam jumlah besar sulit untuk menurunkan biaya karena lokasi industri penghasil sawdust yang jauh dan tersebar menjadi kurang ekonomis
		Kadar air cenderung lebih tinggi dan sangat beragam sehingga perlu perlakuan lebih lanjut sebelum digunakan
SRF (Solid Recovered Fuel)	Nilai kalor bervariasi dan lebih rendah dibandingkan saw dust 1500 – 3350 Kkal/kg tergantung dari jenis sampah sebagai bahan baku yang digunakan.	Diperlukan pemilahan dan teknologi yang lebih komplek dan khusus untuk menghasilkan SRF bahan bakar berkualitas tinggi dari MSW yang beragam jenis.
	Potensi di sekitar PLTU dalam radius 50 km lebih mudah didapatkan	SRF (ton) yang dapat dihasilkan dari feedstock sampah (MSW) relatif kecil, hanya sekitar 29,7 % (wagland dkk, 2011)
	Emisi gas yang dihasilkan masih lebih baik dari batu bara sehingga bisa menurunkan emisi gas CO2 ,NOx dan SOx	Sulit mencapai harga keekonomian untuk memproduksi SRF sehingga memerlukan dukungan regulasi dan pendanaan.
		Pemakaian dengan rasio cofiring kecil untuk tipe boiler pulverized coal (PC) karena kalori rendah dan adanya kandungan lain yang membahayakan boiler seperti klorin dll.
		Untuk menghasilkan SRF dengan harga yang kompetitif dan kualitas baik perlu kerja sama dengan multi stakeholder dan edukasi mengubah mindset masyarakat dalam pengelolaan sampah menjadi energi (pemilahan, pengumpulan, pengeringan dll)
Wood Pellet (dari tanaman energi)	Memiliki nilai kalori yang tinggi 4000 -4800 Kcal/kg tergantung dengan jenis tanaman dan teknologi pelletisasi yang digunakan	Harga relatif tinggi dibanding jenis biomassa yang lain karena adamya beberapa proses untuk meningkatkan kualitas.
	Dapat gunakan untuk rasio cofiring yang lebih besar sampai dengan full firing (100% bahan bakar biomassa) tanpa mengalami derating PLTU	Industri wood pellet di sekitar PLTU masih sedikit/ belum berkembang
	Kualitas dan ketersediaannya bisa diandalkan karena terdapatnya hutan tanaman energi yang dikelola secara lestari	
	Emisi gas yang dihasilkan sangat baik dibandingkan batu bara sehingga bisa menurunkan emisi gas CO2 ,NOx dan SOx	
	Transportasi dan penyimpanan lebih mudah karena densitas dan kualitas lebih baik	

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Isu strategis dalam pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar *cofiring* di PLTU Batu Bara antara lain sebagai berikut.

Tabel 2.4 Tabel Isu Strategis

No	Isu Strategis dalam FGD Nasional	Usulan
1	Market attractiveness untuk biomassa dari tanaman produksi lestari masih rendah walaupun market potential dan overall technology reliability serta technology strength tinggi.	Meningkatkan attractiveness melalui regulasi seperti insentif pajak, kepastian market dan tata kelola bisnis seperti pemberlakuan DMO (Domestic Market Obligation) , keterlibatan masyarakat
2	Regulasi pemanfaatan lahan untuk tanaman energi terutama untuk kehutanan sosial	Penyelesaian segera masalah regulasi dan koordinasi dengan pemerintah setempat
3	Kepastian market/demand	Dimasukannya cofiring PLTU Batu Bara dalan RUPTL, Penugasan negara ke PLN untuk cofiring
4	Kekhawatiran dampak negatif terhadap peralatan boiler pada pemakaian MSW untuk cofiring	Standardisasi dan sertifikasi SRF untuk cofiring PLTU Batu Bara
5	Ketersediaan pasokan biomassa untuk cofiring keberlanjutan	Perlu adanya industri biomassa dari hutan produksi lestari dan kontrak jangka menengah/ panjang
6	Keekonomian harga biomassa SRF karena potensi energi yang dihasilkan rendah	Kerja sama dan sharing cost dengan stakeholder terkait seperti kementrian PUPR dan Pemda setempat

2.10 Harga Keekonomian Biomassa untuk Cofiring

Perhitungan harga biomassa untuk bahan bakar alternatif *cofiring* di PLTU dapat dilakukan dengan dua cara (Pusat Study. UGM, 2020). Yang pertama perhitungan dari sisi pasokan (*supply*) dan berikutnya perhitungan dari sisi pemintaan (*demand*)

2..10.1 Perhitungan dari Sisi Pasokan (*Supply*)

Perhitungan dari sisi pasokan (*supply*) dapat dilakukan dengan menghitung biaya keekonomian produksi biomassa ditambah biaya transportasi dengan mempertimbangkan faktor eskalasi biaya kedalam harga yang ditetapkan. Untuk

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

biiaya keekonomian produksi biomasssa di masing wilayah akan berbeda. Perbedaan juga tergantung dengan jenis biomassa yang dihasilkan, teknologi, transportasi dan kualitas seperti *Gross Calori Value (GCV)* produk biomassa.

2.10.2 Perhitungan dari Sisi Permintaan (*Demand)*

Perhitungan dari sisi permintaan dilakukan dengan menentukan batas maksimal harga biomassa yang dapat digunakan untuk memproduksi energi listrik listrik pada harga yang telah ditetapkan. Mengingat harga jual listrik sudah ditentukan maka pengadaan biomassa sampaikan saat ini merujuk Peraturan Diireksi PLN No. 1 Tahun 2020 pasal 5 mengenai Harga Pembelian Tertinggi (HPT) Bahan Bakar Biomassa untuk *Cofiring* PLTU Batu Bara. Penentuan harga biomassa dari sisi permintaan di pembangkit diatur dalam Peraturan Direksi PLN Np 1 Tahun 2020 tentang Pedoman Pelaksanaan *Cofiring* Pembangkit Listrik Tenaga Uap Berbahan Bakar Batu Bara dengan Bahan Bakar Biomassa dengan formula sebagai berikut

$$HPT\ Biomassa = Harga\ Batubara\ CIF\ \times Fk \times Fc$$

Keterangan :

- HPT biomassa adalah biaya patokan tertinggi pembelian bahan bakar biomassa untuk cofiring PLTU
- Fk adalah faktor koreksi dari tambahan/modifikasi infrastruktur yang diperlukan atas penggunaan biomassa, yaitu sebesar 0,85
- Fc adalah faktor koreksi CV (*calorivic value*) untuk biomassa terhadap CV batubara dimana batubara menjadi referensi harga

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

biomassa yang merupakan substitusi/komplemen batubara, dengan formula:

$$Fc = \frac{CV\ Biomassa\ (as\ received)}{CV\ rata - rata\ Batubara\ (as\ received)}$$

Contoh Perhitungan :

- *Caloric. Value (CV)* batu bara yang digunakan pada PLTU X : 4100 Kcal/Kg (Ar)
- Harga rata-rata batu bara 3 (tiga) bulan sebelumnya di PLTU X : Rp 840.00/ton (termasuk ongkos angkut)
- Contoh CV biomassa

No	Jenis Industri	Bahan Baku (Feedstock) Biomassa	Nilai Kalori (Kcal/Kg)
1	Kelapa Sawit	Serat Sawit (Fiber)	3340
		Cangkang Sawit (Shell)	4300
		Tandan Kosong Sawit (EFB)	1900
		Pelepah Sawit (Frond)	3350
		Batang Replenting Sawit (Trunk)	3500
2	Tebu	Ampas Tebu (Bagasse)	1850
		Daun & Pucuk Tebu (Leaf, Top Cane)	3000
3	Kelapa	Sabut Kelapa	3300
		Tempurung Kelapa (Coconut Shell)	4300
4	Karet	Batang Replanting Karet	4300
5	Padi	Sekam Padi (Rice Husk)	3350
		Jerami Padi	2800
6	Jagung	Tongkol Jagung (Corn Cob)	3500
		Batang & Daun Jagung	2500
7	Kayu	Kayu Limbah Industri (Woodwaste)	>4000
		Kaliandra Merah	4600

Maka Harga Patokan Tertinggi cangkang sawit sampai tempat PLTU X (termasuk ongkos angkut) adalah sebagai berikut :

= Rp 850/kg x 0,85 x (4300/4100) Kcal/kg

= Rp 758 / kg

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.11 Analisis SWOT

Analisis SWOT merupakan analisis yang digunakan dalam perencanaan strategis guna mengevaluasi hal-hal yang dimiliki oleh perusahaan sebagai prospek menjalankan bisnis. Dengan menggunakan analisis SWOT, perusahaan dapat menarik beragam simpulan dari susunan kondisi perusahaan secara keseluruhan serta menerjemahkan simpulan tersebut menjadi pertimbangan keputusan strategis demi memajukan perusahaan (Thompson et al., 2018). Analisis SWOT terdiri dari aspek-aspek bersifat strategis dari suatu perusahaan (Wheelen & Hunger, 2012). Aspek strategis dibagi menjadi berbagai golongan, yakni :

1. Internal

   Aspek tersebut dimiliki berasal dari dalam perusahaan secara manajerial. Termasuk di dalamnya adalah struktur, budaya, dan sumber daya perusahaan. Aspek tersebut terdiri dari Kekuatan (*Strengths*) dan Kelemahan (*Weakness*).

2. Eksternal

   Terdiri dari peluang dan ancaman. Aspek ini berasal dari luar perusahaan sendiri, di mana hal tersebut berada di luar kontrol manajemen perusahaan. Aspek tersebut terdiri dari Peluang (*Opportunities*) dan Ancaman (*Threats*). Termasuk di dalamnya adalah kondisi industri dan lingkungan sosial.

Analisis SWOT menggunakan aspek yang dilihat adalah Kekuatan (Strengths), Kelemahan (*Weakness*), Peluang (*Opportunities*), dan Ancaman (*Threats*) terhadap perusahaan tersebut. (Kotler & Keller, 2011)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

a. Kekuatan (*Strengths*)

Kekuatan (*Strengths*) merupakan kompetensi yang akan membantu perusahaan mengunakan peluang yang ada, dan menbantu untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai. Dalam menjalankan bisnis, sesuatu dianggap sebagai kekuatan apabila membantu perusahaan dalam mendapatkan pangsa pasar, meningkatkan keuntungan, serta dapat berhubungan dengan faktor-faktor input, proses, maupun output.

b. Kelemahan (*Weakness*)

Merupakan aspek yang mengurangi kemampuan untuk mencapai tujuan suatu perusahaan. Untuk aspek ini, perusahaan harus berkemampuan mengendalikannya. Hal ini dilakukan agar tidak berdampak dalam mencapai tujuan bisnis.

c. Peluang (*Opportunities*)

Aspek ini memungkinkan perusahaan untuk mengembangkan proses berbisnisnya melalui teknologi yang lebih baik atau membantu menambah jumlah pelanggan melalui pasar. Selain itu, aspek ini juga dapat mengarahkan pada posisi terbaik dalam pengaturan efisiensi biaya.

d. Ancaman (*Threats*)

Aspek ini mendorong perusahaan mengeluarkan biaya yang lebih banyak atau kehilangan kendali terhadap input perusahaan. Menyebabkan penurunan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

efektivitas dalam proses kerja perusahaan sehingga akan berdampak negatif bagi kinerja perusahaan sendiri.

2.12 Analisis TOWS

Matriks TOWS analisis merupakan alat lanjutan yang digunakan untuk mengembangkan empat pilihan strategi, yaitu SO, WO, ST, dan WT. Matriks TOWS digunakan untuk mempertemukan faktor kunci internal dan eksternal untuk membuat suatu strategi dalam suatu perusahaan. Analisa harus didasarkan pada kondisi yang sedang terjadi dengan persaingan yang sedang berjalan.

Adapun tujuan dari analisa matriks TOWS adalah untuk menggambarkan berbagai alternatif yang dapat dijalankan berdasarkan pada faktor kunci internal dan eksternal. Dalam hal ini analisa TOWS bukanlah untuk menentukan strategi yang terbaik, tetapi strategi dapat ditentukan berdasarkan pada pertimbangan-pertimbangan lain dan tidak semua strategi yang dihasilkan dapat dijalankan. Berikut ini adalah penjelasan dari Matriks TOWS:

1. Strategi SO adalah strategi yang dibuat dengan menggunakan kekuatan faktor internal perusahaan untuk mendapatkan keuntungan dari kesempatan faktor eksternal.
2. Strategi WO adalah strategi yang dibuat untuk memperbaiki kelemahan faktor internal dengan menggunakan kesempatan faktor eksternal. Selain itu, WO juga digunakan untuk menunjukkan kesempatan yang ada dalam jangkauan yang dapat diraih oleh perusahaan jika dapat memperbaiki kelemahan faktor internal

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3. Strategi ST adalah strategi yang dibuat untuk mengantisipasi ancaman faktor eksternal dengan menggunakan kekuatan faktor internal yang ada.
4. Strategi WT adalah strategi yang terjadi jika perusahaan menghadapi faktor - faktor kelemahan dan ancaman yang tidak dapat ditangani lagi dengan menggunakan kekuatan dan peluang yang ada. Bentuk-bentuk dari pelaksanaan WT adalah restrukturisasi, likuidasi dan merger.

2.13 *Net Present Value (NPV)* dan *Internal Rate Return (IRR)*

Kinerja ekonomi selalu menjadi perhatian utama dalam evaluasi keberlanjutan bisnis perusahaan. Salah satu indikator ekonomi yang banyak digunakan dalam evaluasi ekonomi dalam keberlanjutan adalah *Net Present Value (NPV)* dan .*Internal Rate Return (IRR)*

Untuk mengetahui proyek kelayakan pembuatan *pellet* sebagai bahan bakar *cofiring* PLTU Batu Bara yang memberikan keuntungan secara finansial dilakukan perhitungan dengan beberapa skema proyek dalam bentuk *financial modeling*. Beberapa skema tersebut dibandingkan keuntungannya secara finansial dengan menggunakan *Net Present Value (NPV)* dan *Internal Rate Return (IRR)*.

Perhitungan besarnya *Net Present Value (NPV)* dilakukan untuk mengetahui berapakah proyeksi nilai dari proses bisnis pada waktu sekarang. Dalam melakukan perhitungan *NPV* semua arus kas masuk dan keluar dihitung dan dicari nilainya pada saat sekarang. Jadi metode ini merupakan metode yang dilakukan dengan cara menghitung selisih antara nilai sekarang dari biaya pengeluaran suatu investasi (*outlays*).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Besarnya *Net Present Value* dapat dinyatakan dengan menggunakan rumus persamaan berikut :

$$NPV = CF_0 + \frac{CF1}{(1+r)^1} + \frac{CF2}{(1+r)^2} + \ldots + \frac{CFn}{(1+r)^n}$$

NPV = *Net Present Value* (dalam rupiah)

CF_n = Arus kas untuk tahun n

CF_0 = Nilai investasi awal pada tahun ke 0, net outlay (dalam rupiah)

n = Tahun

r = Suku bunga atau *discount rate* (dalam %)

Kriteria kelayakan penerimaan investasi menggunakan metode *Net Present Value (NPV)* adalah suatu investasi yang diusulkan dinyatakan layak jika *Net Present Value (NPV)* lebih besar dari nol atau bernilai positif. Sebaliknya, jika *Net Present Value (NPV)* suatu investasi lebih kecil dari nol atau bernilai negatif, maka investasi tersebut dinyatakan tidak layak

Jika	Artinya	Maka
NPV >0	Investasi yang dilakukan memberikan manfaat bagi perusahaan	Proyek dapat dijalankan
NPV <0	Investasi yang dilakukan akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan	Proyek ditolak atau tidak dilaksanakan
NPV =0	Investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan perusahaan untung ataupun merugi	Proyek tidak berpengaruh pada keuangan perusahaan jika dilaksanakan atau tidak. Keputusan dapat ditetapkan dengan menggunakan kriteria lain yaitu positioning perusahaan terhadap investasi yang dilakukan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Langkah menghitung *NPV:*

1. Tentukan nilai sekarang dari setiap arus kas, termasuk arus masuk dan arus keluar, yang didiskontokan pada biaya modal proyek,
2. Jumlahkan arus kas yang didiskontokan ini, hasil ini didefinisikan sebagai *NPV* proyek,
3. Jika *NPV* adalah positif, maka proyek harus diterima, sementara jika *NPV* adalah negatif, maka proyek itu harus ditolak. Jika dua proyek dengan *NPV* positif adalah *mutually exclusive*, maka salah satu dengan nilai *NPV* terbesar harus dipilih .

NPV sebesar nol menyiratkan bahwa arus kas proyek sudah mencukupi untuk membayar kembali modal yang diinvestasikan dan memberikan tingkat pengembalian yang diperlukan atas modal tersebut. Jika proyek memiliki *NPV* positif, maka proyek tersebut menghasilkan lebih banyak kas dari yang dibutuhkan untuk menutup utang dan memberikan pengembalian yang diperlukan kepada pemegang saham perusahaan

No	Keunggulan Metode NPV	Kelemahan Metode NPV
1	Memperhitungkan nilai waktu dan uang	Manajemen harus dapat menaksir tingkat biaya modal yang relevan selama usia ekonomis proyek
2	Memperhitungkan arus kas selama usia ekonomi	Jika proyek memiliki nilai investasi inisial yang berbeda, serta usia ekonomis yang juga berbeda , maka NPV yang lebih besar belum menjamin sebagai proyek yang lebih baik.
3	Memperhitungkan nilai sisa proyek	Derajat kelayakan tidak hanya dipengaruhi oleh arus kas,melainkan juga dipengaruhi oleh faktor usia ekonomis proyek.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pada metode perhitungan *IRR* untuk membuat peringkat usulan investasi dengan menggunakan tingkat pengembalian atas investasi yang dihitung dengan mencari tingkat diskonto yang menyamakan nilai sekarang dari arus kas masuk proyek yang diharapkan terhadap nilai sekarang biaya proyek atau sama dengan tingkat diskonto yang membuat *NPV* sama dengan nol.

IRR yang merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Suatu proyek/investasi dapat dilakukan apabila laju pengembaliannya (*rate of return*) lebih besar dari pada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain (bunga deposito bank, reksadana dan lain-lain). *IRR* digunakan dalam menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak, untuk itu biasanya digunakan acuan bahwa investasi yang dilakukan harus lebih tinggi dari *Minimum acceptable rate of return atau Minimum atractive rate of return (MARR)*. *MARR* adalah laju pengembalian minimum dari suatu investasi yang berani dilakukan oleh seorang investor.

IRR dapat dirumuskan sebagai berikut

$$NPV = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_2}{(1+IRR)^2} + \ldots + \frac{CF_N}{(1+IRR)^N} = 0$$

$$\sum_{t=0}^{N} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

$$IRR = r_1 + \frac{NPV(r_1)}{NPV\,(r_1) - NPVr_2)} * (r_2 - r_1)$$

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Keterangannya :

IRR = *Internal Rate of Return*

r_1 = Tingkat Diskonto yang akan menghasilkan *NPV* bernilai (+)

r_2 = Tingkat Diskonto yang akan menghasilkan NPV bernilai (-)

NPV(r_1)=*Net Present Value* yaitu bernilai positif

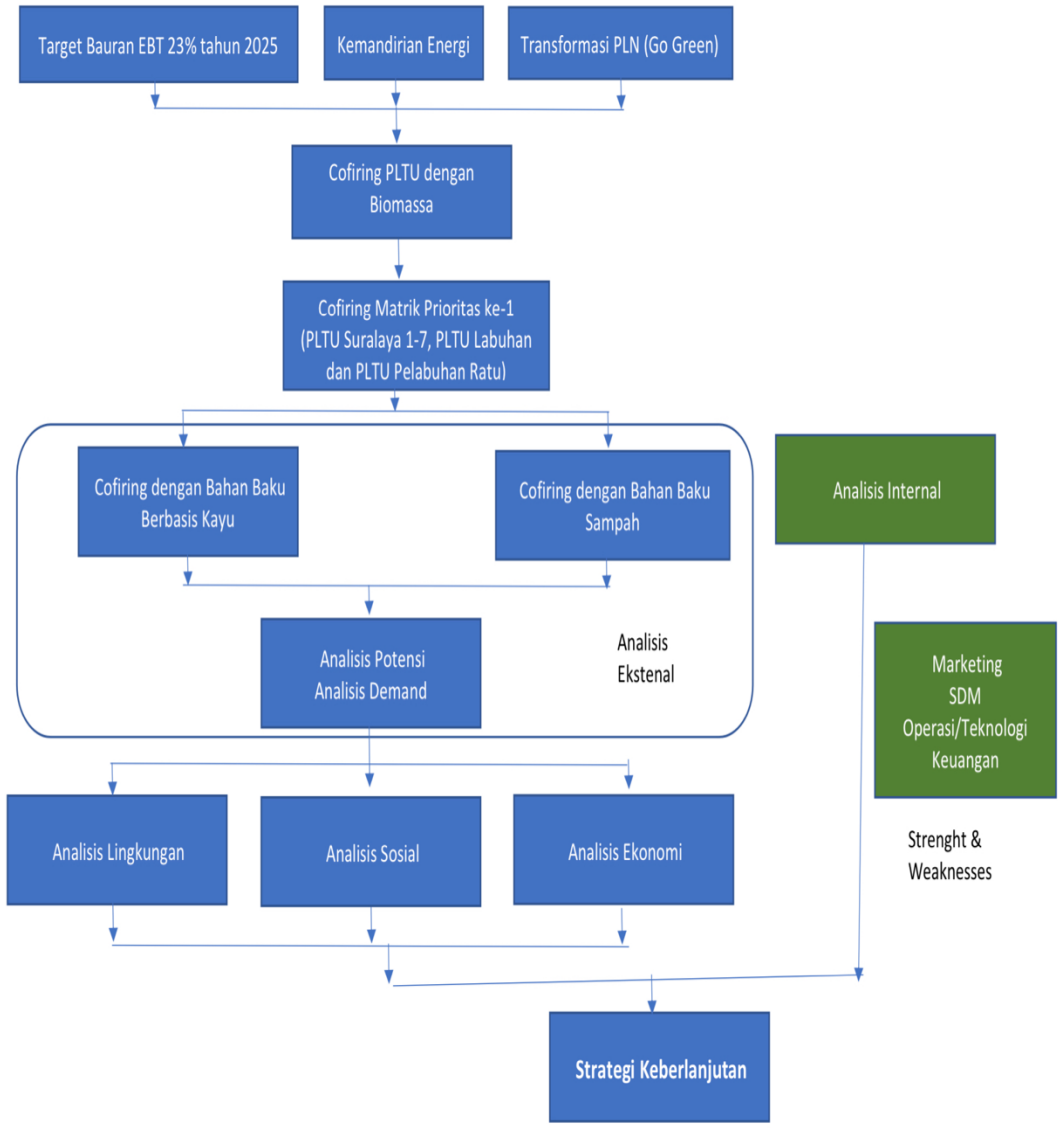
NPV(r_2)= *Net Present Value* yaitu bernilai negatif

Sebuah suku bunga *IRR* akan didapat apabila *NPV* = 0 maksudnya suku bunga yang dapat diberikan investasi yang memberikan *NPV* = 0. Syarat paling utama yaitu ialah *IRR* > dari suku bunga *MARR* nya. Untuk memperoleh suatu hasil akhir dari sebuah perhitungan *IRR*, maka kita harus mencari terlebih dahulu nilai dari *discount rate* yang akan menghasilkan *NPV* positif. kemudian kita cari *discount rate* yang akan menghasilkan *NPV* negatif.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III
METODA PENELITIAN DAN PROFIL PERUSAHAAN

3.1 Kerangka Pemikiran



Gambar 3,1 Kerangka Pemikiran

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2. Metode Penelitian dan Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif yang bersifat deskriptif. Pada metode kualitatif bertujuan untuk menjelaskan fenomena dengan sedalam-dalamnya melalui pengumpulan data sedalam-dalamnya.

Metode kualitatif adalah tradisi tertentu dalam ilmu pengetahuan sosial yang secara fundamental bergantung pada pengamatan manusia dalam kawasannya sendiri yang berhubungan dengan orang-orang tersebut dalam bahasa dan peralihannya. Dan secara umum penelitian kualitatif yakni, prosedur penelitian yang bertujuan meneliti suatu masalah dengan cara merumuskan permasalahan lalu meneliti dengan cara mendalam yaitu pengamatan, pencatatan, wawancara dan terlibat dalam proses penelitian guna menemukan penjelasan berupa pola-pola, deskripsi dan menyusun indikator. Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme, digunakan pada kondisi obyek yang alamiah, (sebagai lawannya adalah eksperimen) dimana peneliti adalah sebagai instrumen kunci, pengambilan sampel sumber data dilakukan secara purposive atau snowball, teknik pengumpulan dengan trianggulasi (gabungan), analisis data bersifat induktif atau kualitatif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi.

Adapun penelitian ini dilakukan dengan cara-cara pengambilan data sebagai berikut:

3.2.1 Wawancara

Wawancara merupakan salah satu teknik pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan kepada narasumber atau informan terkait topik penelitian

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

secara langsung. Dengan kemajuan teknologi dan kondisi adanya pandemi saat ini, wawancara dapat dilakukan lewat telepon maupun *video call*.

Wawancara digunakan ketika peneliti ingin mengetahui pengalaman atau pendapat informan mengenai sesuatu secara mendalam. Wawancara juga bisa dipakai untuk membuktikan informasi atau keterangan yang telah diperoleh sebelumnya.

Dalam penelitian ini menggunakan wawancara terstruktur, yaitu wawancara yang diadakan ketika diketahui pada permulaan informasi apa yang diperlukan (Sekaran, 2006:70). Wawancara terstruktur ini dibagi dua bagian, yaitu pihak internal perusahaan dan pihak eksternal perusahaan. Wawancara dengan pihak internal dimaksudkan untuk mengetahui sumber daya dan kapabilitas perusahaan, dan untuk wawancara dengan pihak external dilakukan untuk mengetahui gambaran industri serta peluang dan tantangan di dalamnya.

Wawancara dilakukan terhadap:

3.2.1.1 *Departement Research, Innovation & Engineering* (eksternal)

Untuk mengetahui penjelasan mengenai strategi dan kebijakan perusahaan terkait program cofring di PLTU yang dikelola PT Indonesia Power perlu dilakukan wawancara kepada manajemen terkait maksud, tujuan dan rencana *cofiring* di PLTU Batu Bara. Wawancara ini juga dilakukan untuk menvalidasi referensi yang didapat dari tinjauan pustaka serta sudut pandang manajemen mengenai pelaksanaan program *cofiring* di PLTU Batu Bara dengan biomassa.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.1.2 Manajemen di PLTU (pihak external)

Untuk mengetahui tentang pelaksanaan implementasi di lapangan terkait dengan program *cofiring* di PLTU sehingga diketahui hambatan, peluang dan perbaikan yang muncul dalam melaksanakan *cofiring* di PLTU .

3.2.1.3. Pemasok Bahan Baku Biomassa (pihak external)

Wawancara dilakukan terhadap penyedia pasokan bahan baku biomassa untuk mengekplorasi kemampuan dan kendala yang dihadapi dalam penyediaan biomassa untuk *cofiring* PLTU Batu Bara serta dampak sosial dan lingkungan. Wawancara dengan pemasok bahan baku ini untuk mengetahui isu terkait keberlanjutan pasokan bahan baku biomassa untuk *cofiring P*LTU Batu Bara

3.2.2 Observasi

Observasi adalah teknik yang dipakai untuk mengumpulkan data penelitian lewat pengamatan dan penginderaan. Peneliti kemudian membuat laporan berdasarkan apa yang dilihat, didengar, dan dirasakan selama observasi. Observasi dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih nyata dan detail mengenai suatu peristiwa atau kejadian. Peneliti dapat mengamati komunitas atau kelompok tertentu untuk memahami kebiasaan atau cara kerja mereka. Observasi dapat berupa observasi partisipasi, tidak terstruktur, dan kelompok.

Observasi partisipasi dilakukan ketika peneliti turut bergabung ke dalam peristiwa atau komunitas yang diteliti. Observasi tidak terstruktur adalah pengamatan yang dilakukan tanpa pedoman dan penulis secara bebas mengembangkannya berdasarkan kondisi di lapangan. Dan observasi kelompok dilakukan ketika tim peneliti mengamati objek penelitian secara berkelompok.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.2.1 *Foccus Group Discussion (FGD)*

Focus group discussion (*FGD*) yang merupakan teknik pengumpulan data dengan mengadakan diskusi bersama beberapa responden mengenai topik penelitian untuk mengetahui pandangan atau pemahaman mereka. Responden di sini akan mewakili populasi yang dituju oleh peneliti. *FGD* dilakukan ketika peneliti ingin mengetahui pandangan yang lebih objektif dari suatu kelompok. *FGD* tersebut dapat dilakukan dengan pihak internal dan eksternal perusahaan. Dengan pihak internal perusahaan untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan perusahaan. Sedangkan *FGD* dengan pihak eksternal untuk mengetahui factor eksternal terkait peluang atau ancaman. Kegiatan *FGD* ini dapat dilakukan secara o*nline* seperti *Video Conference FGD* Nasional *Cofiring* Biomassa pada PLTU, *FGD* Nasional *Cofiring* dengan Dirut PLN dan Dirjen EBTKE ESDM, FGD dengan MEBI (Masyarakat Energi Biomassa Indonesia), APHI (Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia).

3.2.2.2 Pengamatan Langsung Pelaksanaan *Cofiring* di Beberapa PLTU Batu Bara

Pengamatan ini dilakukan dengan melihat secara langsung dari proses pengadaan biomassa , transportasi dan pelaksanaan uji *cofiring* di beberapa PLTU Batu Bara . Pengamatan itu dilakukan pada beberapa jenis biomassa di beberapa PLTU dengan beberapa rasio *cofiring* tertentu. Selama pengamatan tersebut akan dilihat parameter teknis *cofiring* pada PLTU, kendala serta evaluasi hasil uji coba *cofiring*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2.3 Studi Dokumen

Studi dokumen dilakukan dengan mengkaji dokumen-dokumen terkait topik penelitian. Dokumen tersebut dapat diperoleh dari pihak internal perusahaan dan eksternal perusahaan Dokumen tersebut dapat berupa Peraturan Pemerintah, KEN (Kebijakan Energi Nasional) RJPP (Rencana Jangka Panjang) Perusahaan, RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) PT PLN, notulen rapat, jurnal, laporan penelitian, literatur-literatur , dan berbagai sumber lainya yang terkait dengan penelitian yang dilakukan.

3.3 Gambaran Umum Perusahaan

3.3.1. Sejarah Singkat Perusahaan

PT ADC (PT Artha Daya Coalindo) adalah perusahaan PT Indonesia Power yang didirikan pada tahun 1997 bergerak dibidang Penyediaan Batu Bara, Pembongkaran Batu Bara, Pengelolaan Pelabuhan Terbatas, Transportasi Batu Bara, Operasi dan Pemeliharaan Kapal Keruk dengan komposisi kepemilikan saham tahun 2020 adalah sebagai berikut : PT Indonesia Power sebesar 80%,, PT Desira Pratama Line sebesar 20%, dan PT Arhindo Utama sebesar 20%

Misi dari PT Artha Daya Coalindo adalah :

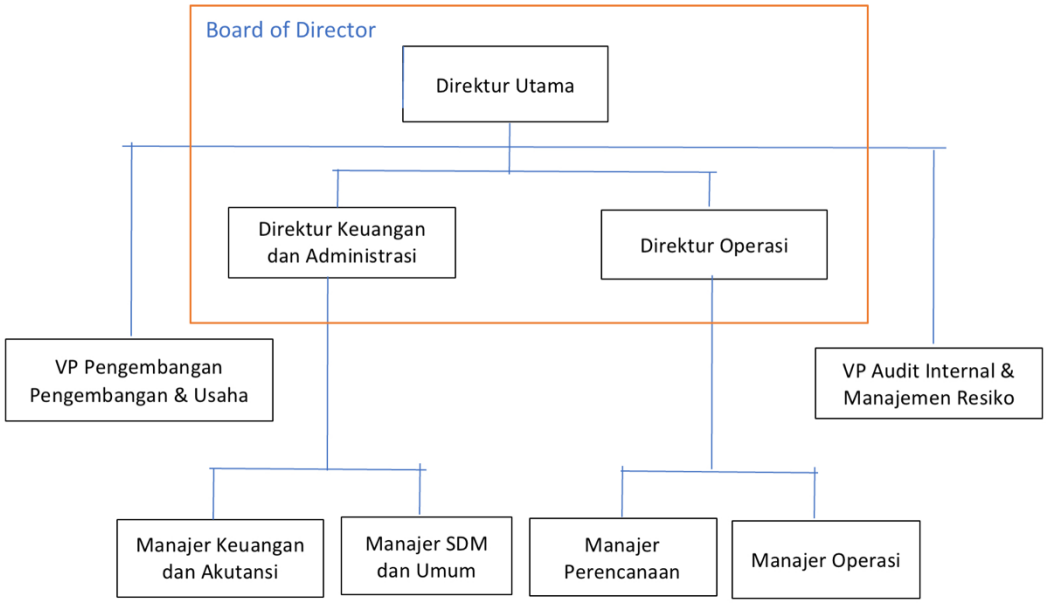
Melakukan usaha secara profesional dibidang penyediaan batu bara, transportasi batu bara, pembongkaran batu bara dan pengelolaan pelabuhan serta usaha-usaha lain yang berkaitan, berdasarkan kaidah bisnis yang sehat guna menjamin pertumbuhan perusahaan yang berkelanjutan .

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Visi dari PT Artha Daya Coalindo adalah :

Menjadi perusahaan yang terpercaya dibidang penyediaan batu bara dan pengelolaan pelabuhan yang andal dan efisien.

3.3.2. Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 3.2 Struktur Organisasi PT ADC

3.3.3 Kompetensi PT ADC

Kompetensi utama PT ADC adalah menyediakan energi primer batu bara untuk pembangkit listrik di PLTU Suralaya kapasitas 3400 MW yang merupakan PLTU terbesar di asia tenggara dan PLTU Kalbar 1 yang merupakan *Independent Power Producer (IPP).* Selain hal tersebut perusahaan mempunyai kompetensi dan kapabilitas lain yang mendukung kegiatan utama yaitu : Jasa transportasi batubara,

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pengelolaan pelabuhan terbatas dan pembongkaran batu bara serta Jasa operasi dan pemeliharaan kapal keruk

3.3.4 Kinerja Operasional PT ADC

3.3.4.1 Penjualan Batu Bara

Biaya operasi khususnya biaya bahan bakar pada PLTU adalah biaya yang terbesar dari suatu pembangkit listrik dimana lebih dari 80 % biaya operasional PLTU Batu Bara ada di bahan bakar batubara. Efisiensi produksi tenaga listrik diukur dari tingkat biaya yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Hal yang paling mudah dalam optimasi biaya produksi tenaga listrik adalah dengan sistem *Merit Order*. *Merit order* ini adalah suatu metode dimana pembangkit dengan biaya yang paling murah akan diprioritaskan untuk beroperasi dibandingkan dengan yang lebih mahal, sampai beban tenaga listrik tercukupi.

Berikut adalah ranking *merit order* batu bara yang mendapat prioritas untuk dibeli dan digunakan oleh PLTU Suralaya 1-7, dimana batu bara yang memiliki merit order tertinggi berada pada ranking 1. Batu bara dengan *merit order* baik adalah batu bara yang memiliki harga energi (Rp/KCal) rendah atau akan menghasilkan BPP (Biaya Pokok Produksi) listrik rendah.

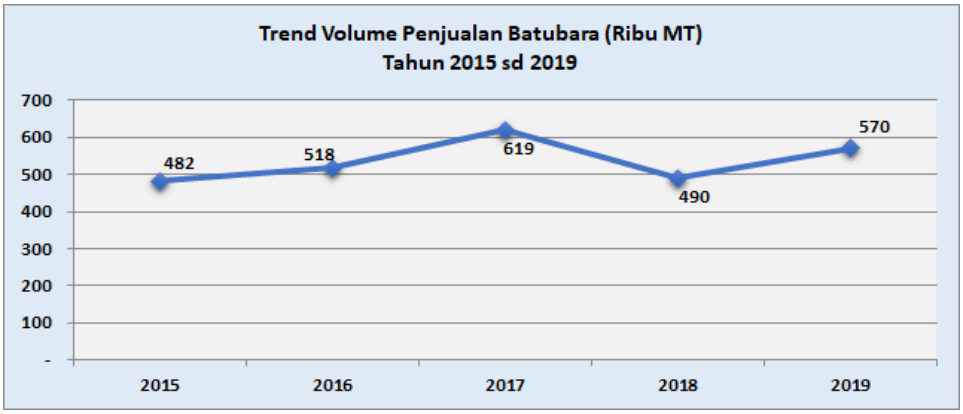
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 3.1 *Merit Order* Batu Bara PLTU Suralaya

No	Pemasok	Harga Energy Rp/kCal	Ranking
1	PT Artha Daya Coalindo MHU 4200	0,1473	**1**
2	PT PLN Batubara MHU 4200	0,1473	**2**
3	PT Adaro Indonesia	0,1522	**3**
4	PT Oktasan Baruna Persada	0,1538	**4**
5	PT Beau Coal	0,1552	**5**
6	PT PLN Batubara MHU 4600	0,1558	**6**
7	PT Artha Daya Coalindo MHU 4600	0,1572	**7**
8	PT Artha Daya Coalindo KJA 4600	0,1618	**8**
9	PT Batubara Bukit Asam	0,163	**9**
10	PT PLN Batubara KPC 4600	0,1638	**10**

(Sumber : Div EIP PT Indonesia Power ,2020)

Dari Tabel 3.1 terlihat PT ADC memiliki *merit order* rangking 1 untuk kalori 4200, rangking 7 dan 8 untuk kalori 4600.



Gambar 3.3 Grafik Penjualan Batu Bara PT ADC 2015-2019

Dari gambar 3.3 terlihat grafik penjualan batu bara selama 5 tahun terbesar terjadi pada tahun 2017 yaitu sebesar 619.000 MT. Sedangkan penjualan batu bara tahun 2019 sebesar 570.000 MT atau 116% terhadap realisasi tahun 2018 sebesar 490.000 MT.

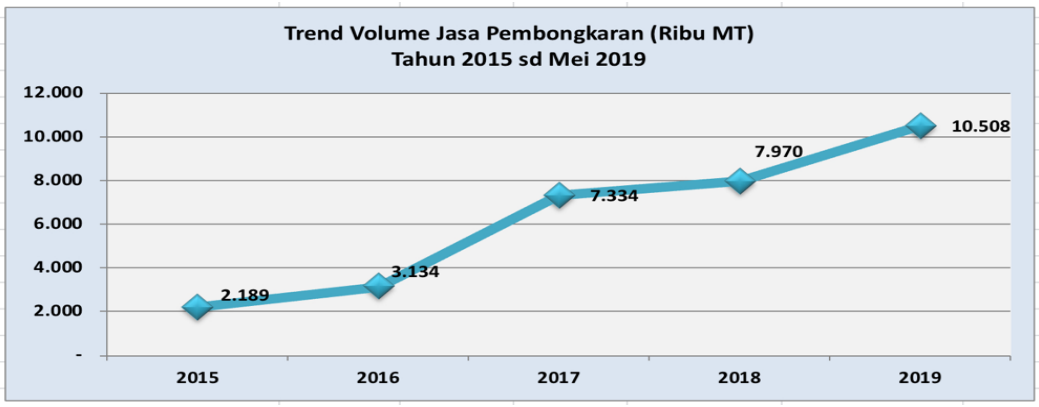
Bisnis penjualan batu bara tahun 2020 mengalami peningkatan dibanding tahun 2019. Realisasi volume penjualan sampai dengan Oktober 2020 sudah

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

mencapai 1.556.000 MT, yang merupakan penjualan tertinggi selama PT ADC berdiri. Penjualan tertinggi batu bara pernah dicapai pada tahun 2017 sebesar 619.000 MT. Tingginya penjualan batu bara tahun 2020 ini karena selain batu bara PT ADC memiliki *merit order* yang baik juga adanya kepercayaan PT Indonesia Power terhadap kualitas, kuantitas dan ketepatan waktu pengiriman batu bara . PT ADC memperoleh penilaian *excellent* sejak semester 2 tahun 2019 terhadap pasokan batu bara yang dikirim ke PT Indonesia Power.

Pasokan batu bara PT ADC juga semakin meningkat di bulan Oktober 2020 setelah mendapatkan kepercayaan kontrak penyediaan kebutuhan batu bara commisioning ke PLTU milik *Independent Power Producer (IPP).*

3.3.4.2 Kinerja Jasa Pembongkaran Batu Bara



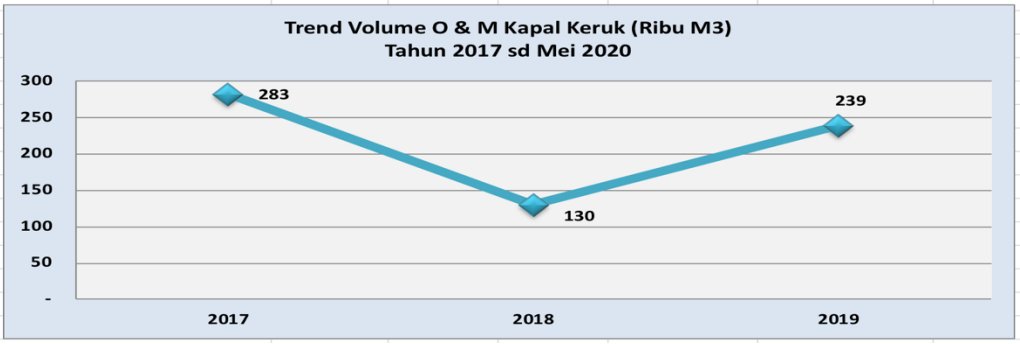
Gambar 3.4 Grafik Volume Pembongkaran Batu Bara PT ADC 2015-2019

Jasa Pembongkaran Batu Bara mengalami peningkatan dari tahun 2015 sampai dengan 2019 dimana pembongkaran terbesar pada tahun 2019 sebanyak 10.508.000 MT batu bara yang dapat dibongkar atau 142% dari tahun 2018

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.3.4.3 Kinerja Jasa Operasi dan Pemeliharaan Kapal Keruk

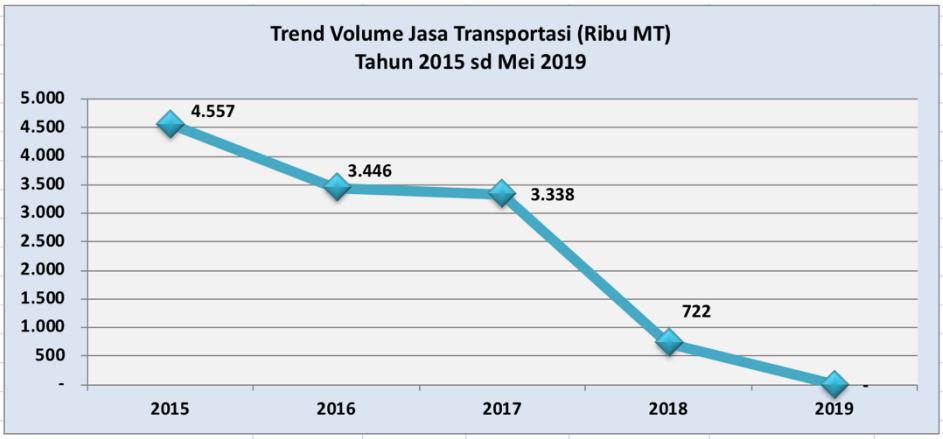
Kinerja jasa pengerukan tahun 2019 adalah sebesar 239.000 MT atau 184% terhadap realisasi pengerukan tahun 2018



Gambar 3.5 Grafik Volume Pengerukan PT ADC2015-2019

Untuk volume pengerukan tahun 2020 target sebesar 160.000 M^3 dan realisasi tahun 2020 sudah tercapai pengerukan di PLTU Labuhan sebesar 172.000 M^3.

3.3.4.4 Kinerja Jasa Transportasi Batubara



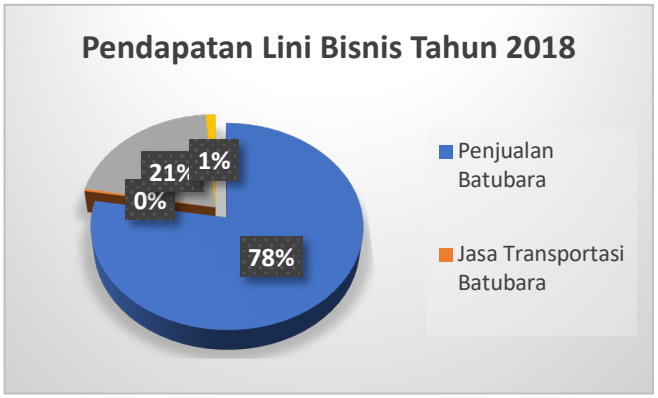
Gambar 3.6 Grafik Volume Jasa Transportasi PT ADC 2015-2019

Turunnya volume jasa transportasi batu bara di tahun 2019 dikarenakan tidak terealisasikannya pengadaan kapal transportasi *SUV (Self Unloader Vessel)* untuk pengangkutan kargo batubara PT Bukit Asam pada tahun 2019. Kendala

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

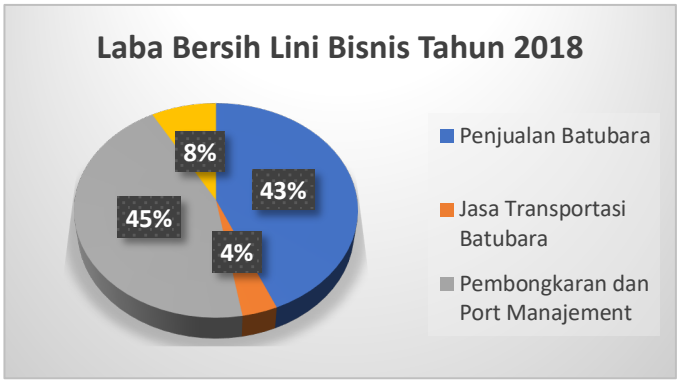
mendapatkan kapal *SUV* di tahun 2019 dikarenakan terbatasnya ketersediaan kapal spesifik *SUV* tipe gravity untuk dermaga 1 PLTU Suralaya di industri transportasi dunia serta sulitnya mendapatkan pendanaan.

3.3.4.5 Pendapatan dan Laba Bersih Tahun 2018 dan 2019



Gambar 3.7 Prosentasi Pendapatan Lini Bisnis PT ADC 2019

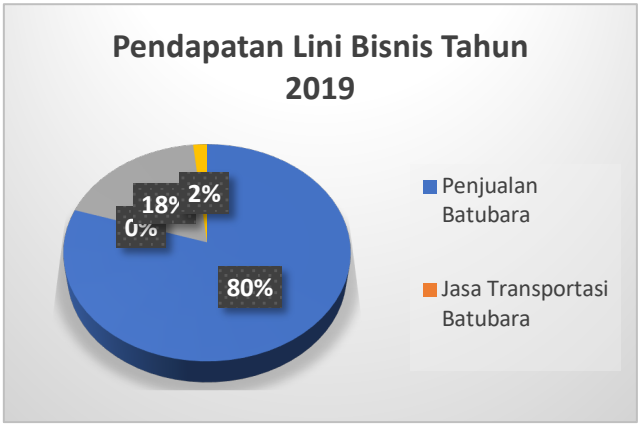
Dari laporan keuangan diketahui bahwa pendapatan terbesar PT ADC diperoleh dari lini bisnis Penjualan Batu Bara sebesar 78 % , disusul dengan lini bisnis Pembongkaran dan Port Management sebesar 22% kemudian jasa O & M Kapal Keruk serta Jasa Transportasi Batubara



Gambar 3.8 Laba Bersih Lini Bisnis PT ADC 2018

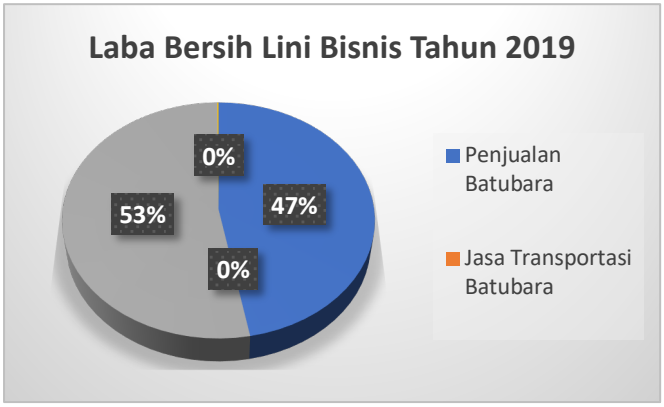
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sedangkan dari laba bersih perusahan tahun 2018 terlihat bahwa kontribusi laba bersih terbesar diperoleh dari lini bisnis Pembongkaran dan Port Managemen sebesar 45% kemudian disusul Penjualan Batu Bara sebesar 43% , Jasa O & M Kapal Keruk sebesar 8% serta Jasa Transportasi sebesar 4%.



Gambar 3.9 Pendapatan Lini Bisnis PT ADC 2019

Peendapatan lini bisnis tahun 2019 yang terbesar adalah Penjualan Batu Bara sebesar 80% kemudian Pembongkaran dan Port Management sebesar 18% serta Jasa O & M Kapal Keruk sebesar 2%.



Gambar 3.10 Laba Bersih Lini Bisnis PT ADC 2019

Sedangkan perolehan laba bersih terbesar pada lini bisnis Pembongkaran dan Port Management 53% kemudian Penjualan Batu Bara 47% kemudian Jasa O & M Kapal Keruk.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data PLTU *Cofiring* dan Potensi Biomasa

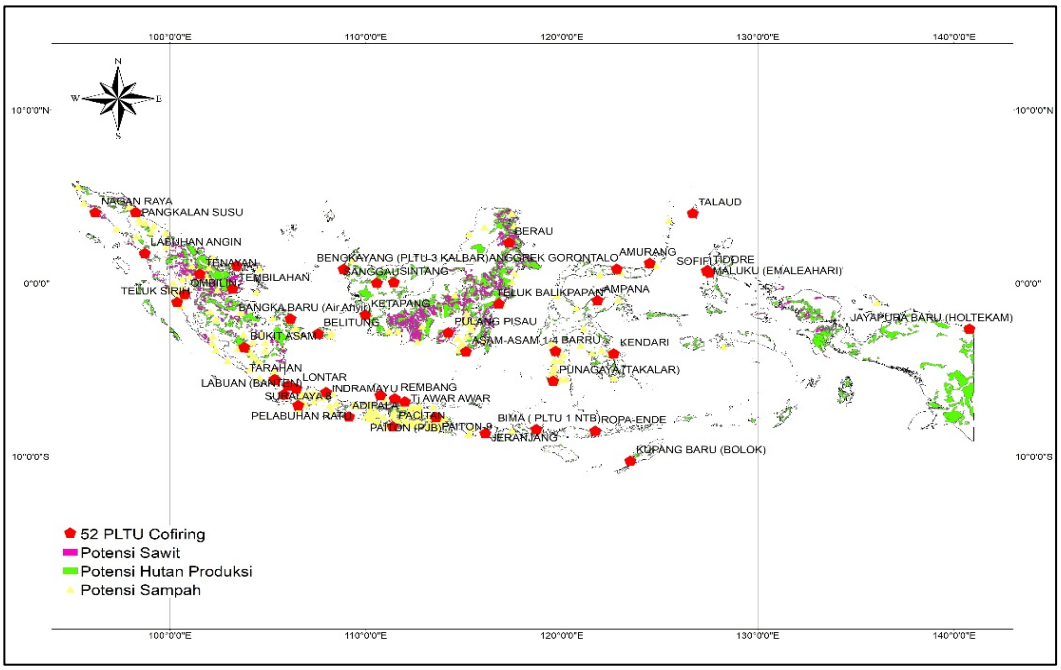
Jumlah PLTU Batu Bara di Lingkungan PLN yang akan dilakukan uji coba *cofiring a*dalah sebanyak 52 PLTU. Lokasi PLTU tersebut tersebar di Indonesia dan dikelola oleh PT Indonesia Power, PT PJB dan PT PLN Pembangkitan.

Tabel 4.1 52 PLTU Batu Bara PT PLN untuk *Cofiring*

No	Nama PLTU Batu Bara
1	PLTU Adipala
2	PLTU Amurang
3	PLTU Asam-asam 1-4
4	PLTU Anggrek Gorontalo
5	PLTU Bangka Baru (Air Anyir)
6	PLTU Barru
7	PLTU Belitung
8	PLTU Berau,
9	PLTU Bukit Asam
10	PLTU 1 NTB (Bima),
11	PLTU Indramayu,
12	PLTU Holtekam,
13	PLTU Jeranjang
14	PLTU Kendari,
15	PLTU Ketapang,
16	PLTU Kupang Baru (Bolok)
17	PLTU Labuhan (Banten),
18	PLTU Labuhan Angin,
19	PLTU Lontar
20	PLTU Maluku (Emaleahari)
21	PLTU Nagan Raya
22	PLTU Ombilin
23	PLTU Pacitan
24	PLTU Paiton 9
25	PLTU Pangkalan Susu,
26	PLTU 2 Kalbar (Bengkayang)

No	Nama PLTU Batu Bara
27	PLTU Pelabuhan Ratu
28	PLTU Pulang Pisau
29	PLTU Takalar
30	PLTU Rembang
31	PLTU Ropa-Ende
32	PLTU Sanggau
33	PLTU Sintang,
34	PLTU Tanjung Balai Karimun
35	PLTU Tarahan
36	PLTU Sebalang
37	PLTU Teluk Balikpapan,
38	PLTU Teluk Sirih
39	PLTU Tembilahan,
40	PLTU Tenayan
41	PLTU Tj Awar-awar,
42	PLTU 3 Kalbar (Bengkayang)
43	PLTU Tanjung Jati B 1-2
44	PLTU Tanjung Jati B 3-4
45	PLTU Paiton
46	PLTU Suralaya 1-4
47	PLTU Suralaya 5-7,
48	PLTU Suralaya 8,
49	PLTU Talaud
50	PLTU Sofifi,
51	PLTU Ampan
52	PLTU Tidore

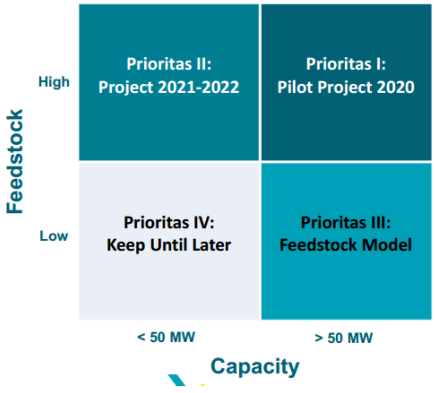
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(Sumber : Pusat Studi Enegi UGM ,2019)

Gambar 4.1 Lokasi 52 PLTU *Cofiring* dan Potensi Biomassa Sekitar PLTU

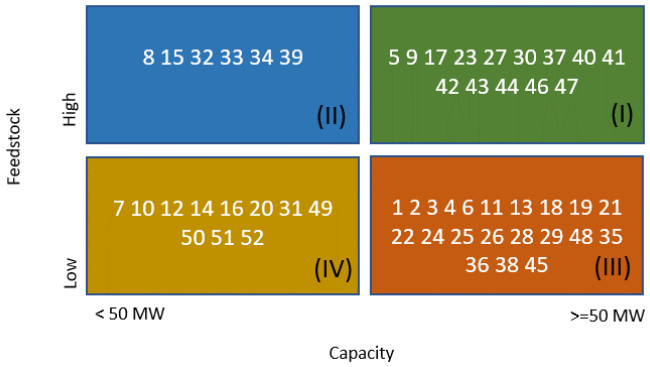
Dari 52 PLTU di lingkungan PT PLN dengan mempertimbangkan kapasitas pembangkit dan potensi biomassa yang ada disekitar PLTU maka dibuatlah matriks prioritas. Matrik prioritas ke-1 merupakan pembangkit dengan bahan baku (*feedstock*) tinggi dan kapasitas PLTU lebih dari 50 MW. Prioritas ke-2 adalah PLTU dengan jumlah *feedstock t*inggi



Gambar 4.2 Matrik Prioritas *Cofiring* PLTU

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dan kapasitas dibawah 50 MW . Prioritas ke-3 adalah PLTU dengan kapasitas pembangkit diatas 50 MW dengan jumlah *feedstock* rendah. Hasil mapping dari matrik priotas tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 4.3 Hasil Matrix Prioritas *Cofiring* PLTU

Tabel 4.2 PLTU Batu Bara Prioritas ke-1 dan ke-2 untuk *Cofiring*

No	PLTU Prioritas ke-1 (14)
5	PLTU Bangka Baru (Air Anyir)
9	PLTU Bukit Asam
17	PLTU Labuhan (Banten)
23	PLTU Pacitan
27	PLTU Pelabuhan Ratu
30	PLTU Rembang
37	PLTU Teluk Balikpapan
40	PLTU Tenayan
41	PLTU Tj Awar-awar
42	PLTU 3 Kalbar (Bengkayang)
43	PLTU Tanjung Jati B 1-2
44	PLTU Tanjung Jati B 3-4
46	PLTU Suralaya 1-4
47	PLTU Suralaya 5-7

No	PLTU Prioritas ke-2 (6)
8	PLTU Berau
15	PLTU Ketapang
32	PLTU Sanggau
33	PLTU Sintang
34	PLTU Tanjung Balai Karimun
39	PLTU Tembilahan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.3 PLTU Batu Bara Prioritas ke-3 dan ke-4 untuk *Cofiring*

No	PLTU Prioritas ke-3 (21)
1	PLTU Adipala
2	PLTU Amurang
3	PLTU Asam-asam 1-4
4	PLTU Anggrek Gorontalo
6	PLTU Barru
11	PLTU Indramayu
13	PLTU Jeranjang
18	PLTU Labuhan Angin
19	PLTU Lontar
21	PLTU Nagan Raya
22	PLTU Ombilin
24	PLTU Paiton 9
25	PLTU Pangkalan Susu
26	PLTU 2 Kalbar (Bengkayang)
28	PLTU Pulang Pisau
29	PLTU Takalar
35	PLTU Tarahan
36	PLTU Sebalang
38	PLTU Teluk Sirih
45	PLTU Paiton
48	PLTU Suralaya 8

No	Nama PLTU Prioritas ke-4 (11)
7	PLTU Belitung
10	PLTU 1 NTB (Bima)
12	PLTU Holtekam
14	PLTU Kendari
16	PLTU Kupang Baru (Bolok)
20	PLTU Maluku (Emaleahari)
31	PLTU Ropa-Ende
49	PLTU Talaud
50	PLTU Sofifi
51	PLTU Ampan
52	PLTU Tidore

Dalam penelitian ini pemetakan potensi biomassa terhadap masing-masing kelompok lokasi PLTU dari radius 50 km sampai dengan radius yang lebih besar akan berguna dalam optimasi perhitungan biaya transportasi biomassa.

Tabel 4.4 PLTU Batu Bara Prioritas ke-3 dan ke-4 untuk *Cofiring*

No	PLTU Prioritas ke-1 (PT IP)		
	PLTU Batu Bara	Kapasitas (MW)	DMN (MW)
17	PLTU Labuhan (Banten)	2 x 300 MW	560
27	PLTU Pelabuhan Ratu	3 x 350 MW	969
46	PLTU Suralaya 1-4	4 x 400 MW	1486
47	PLTU Suralaya 5-7	3 x 600 MW	1725,6

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Ada 4 kelompok PLTU besar di matriks prioritas ke-1 yang dikelola PT Indonesia Power (PT IP) yaitu : PLTU Labuhan (Banten) kapasitas 2 x 300 MW yang mempunyai daya mampu *netto (*DMN) sebesar 560 MW, PLTU Pelabuhan Ratu kapasitas 3 x 350 MW yang mempunyai DMN 969 MW , PLTU Suralaya 1-4 kapasitas 4 x 400 MW yang mempunyai DMN 1486 MW. PLTU Suralaya 5-7 kapasitas 3 x 600 MW yang mempunyai DMN 1725,6 MW. Dua belas PLTU yang dikelola PT Indonesia power tersebut berada di propinsi Jawa Barat dan Banten dengan total daya mampu *netto* 4740,6 MW. Daya Mampu *Netto* (DMN) merupakan kapasitas maksimum unit pembangkit yang beroperasi terus menerus dalam keadaan stabil dan aman setelah dikurangi kapasitas pemakaian sendiri.

Tipe dari dua belas PLTU besar tersebut merupakan tipe *Pulverized Coal (PC)* . Uji coba *cofiring* PLTU Batu Bara di materik prioritas ke-1 tersebut akan dimulai tahun 2020 menggunakan beberapa jenis biomassa. Karena adanya kesamaan tipe pada ke-12 boiler yang digunakan pada PLTU maka jika salah satu jenis biomassa berhasil dilakukan uji coba pada satu PLTU, kemungkinan besar dapat digunakan untuk optimasi penggunaan biomassa di PLTU lainnya.

4.2 Potensi Hutan Tanaman Energi untuk Biomassa *Cofiring*

Potensi Hutan Tanaman Energi (HTE) yang dapat digunakan untuk kebutuhan biomassa *cofiring* PLTU di Indonesia cukup besar . Kawasan hutan Indonesia luas lebih 60% berupa daratan yang sangat potensial untuk bioenergi. Sampai saat ini Hutan Tanaman Industri (HTI) sudah mencapai 293 unit dengan luas 11,37 juta Ha.Terdapat 24 unit IUPHHK-HTI (Ijin Usaha Pemanfaaatan Hasil

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Hutan Kayu- Hutan Tanaman Industri) seluas ± 1,1 juta Ha yang mendukung pembangunan HTE (sumber : Ditjen PHPL, KLHK Juni 2018) dengan rincian :

1. IUPHHK-HTI yang sejak awal untuk energi sebanyak 10 unit dengan luas ijin ± 297.645 Ha dan luas alokasi sejak awal untuk energi seluas ± 87.000 Ha.
2. IUPHHK-HTI yang sudah berkomitmen untuk energi sebanyak 24 unit dengan luas ijin ± 79.000 Ha.

Dari hasil kajian Pusat Studi Energi Universitas Gadjah Mada (PSE UGM) potensi biomassa dari hutan produksi disekitar PLTU yang dapat digunakan untuk bahan baku *cofiring* sangat besar.

Tabel 4.5 Tabel Potensi Biomassa Berbasis Hutan Produksi Sekitar PLTU

No	Nama PLTU	Potensi Hutan Produksi Ha	Potensi Hutan Produksi Ton/Hari
1	PLTU Suralaya 1-4	359.092	8.797.742
2	PLTU Suralaya 5-7	374.111	9.165.710
3	PLTU Labuhan	367.675	9.008.045
4	PLTU Pelabuhan Ratu	369.135	9.043.796

(Sumber : Data yang diolah dari Penelitian PSE UGM)

Sedangkan untuk potensi sampah yang dapat diolah menjadi *SRF* adalah 35% (asumsi seperti yang digunakan dalam pembuatan SFR di PLTU Jeranjang) maka perhitungan estimasi produksi SRF yang dapat dihasilkan di lokasi sekitar masing- masing PLTU adalah :

Tabel 4.6 Tabel Potensi Biomassa Berbasis Sampah Sekitar PLTU

No	Nama PLTU	Potensi Sampah (TPA) Ton/Hari	Potensi Sampah (TPS) Ton/Hari	Total Potensi Sampah Ton/Hari	Estimasi Jumlah SRF Ton/Hari
1	PLTU Suralaya 1-7	948	647	1.595	797
2	PLTU Labuhan	1.420	12	1.432	716
3	PLTU Pelabuhan Ratu	29.239	1.241	30.480	15.240

(Sumber : Data yang diolah dari Penelitian PSE UGM)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3 Kebutuhan Bahan Bakar Biomassa untuk *Cofiring* PLTU

Beberapa PLTU besar yang dilakukan penelitian berada di propinsi Banten dan propinsi Jawa Barat . PLTU Suralaya 1-4 mempunyai kapasitas terpasang sebesar 1600 MW dengan Daya Mampu *Neto* (DMN) 1496 MW yang saat ini menggunakan batu bara kalori 4600 Kcal/kg. PLTU Suralaya kapasitas terpasang 5-7 sebesar 1800 MW dengan DMN 1725,6 MW juga menggunakan batu bara 4600 Kcal/kg . PLTU Suralaya 1-7 tersebut terletak di Suralaya, Kota Cilegon. PLTU Labuhan kapasitas terpasang 600 MW dengan DMN 560 MW dan menggunakan batu bara 4200 Kcal/kg berada di Labuhan, Kabupaten Pandeglang. Sedangkan PLTU Pelabuhan Ratu kapasitas terpasang 1050 MW dengan DMN 969 MW menggunakan batu bara 4200 Kcal/kg berada di Pelabuhan Ratu, Sukabumi.

Dengan mempertimbangkan nilai kalori masing-masing jenis biomasa yang akan digunakan serta daya mampu netto masing-masing pembangkit maka dapat dihitung kebutuhan biomassa tiap pembangkit jika dilakukan *cofiring* dengan rasio 1-5% sebagai berikut .

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.7 Kebutuhan Biomassa PLTU dengan Rasio *Cofiring* 1-5%

No	Nama Pembangkit	Kapasitas (MW)	DMN (MW)	Prosentase Biomassa	Batu Bara (Ton/Hari)	Jenis Biomassa			
						Kaliandra (Ton/Hari)	SRF (Ton/Hari)	Sawdust (Ton/Hari)	Sekam Padi (Ton/Hari)
1	PLTU Suralaya 1-4	1600	1486	1%	60,0	62,7	83,6	65,7	82,4
				2%	120,0	125,5	167,3	131,4	164,8
				3%	180,0	188,2	250,9	197,1	247,2
				4%	240,0	250,9	334,5	262,9	329,6
				5%	300,0	313,6	418,2	328,6	411,9
2	PLTU Suralaya 5-7	1800	1725,6	1%	72,0	75,3	100,4	78,9	98,9
				2%	144,0	150,5	200,7	157,7	197,7
				3%	216,0	225,8	301,1	236,6	296,6
				4%	288,0	301,1	401,5	315,4	395,5
				5%	360,0	376,4	501,8	394,3	494,3
3	PLTU Labuan	600	560	1%	38,4	36,7	48,9	38,4	48,1
				2%	76,8	73,3	97,7	76,8	96,3
				3%	115,2	110,0	146,6	115,2	144,4
				4%	153,6	146,6	195,5	153,6	192,6
				5%	192,0	183,3	244,4	192,0	240,7
4	PLTU Pelabuhan Ratu	1050	969	1%	50,4	48,1	64,1	50,4	63,2
				2%	100,8	96,2	128,3	100,8	126,4
				3%	151,2	144,3	192,4	151,2	189,6
				4%	201,6	192,4	256,6	201,6	252,8
				5%	252,0	240,5	320,7	252,0	315,9
	Keterangan :								
	Biomassa kaliandra 4400 Kcal/Kg								
	Biomassa sawdust 4200 Kcal/Kg								
	Biomassa SRF 3300 Kcal/Kg								
	Biomassa Sekam Padi 3350 Kcal/Kg								

4.4 Produsen *Wood Pellet* dan *Saw Dust* untuk *Cofiring* PLTU Batu Bara

Dari hasil survei ditemukan industri produksi *pellet* di sekitar PLTU masih belum banyak. Untuk produsen yang sudah ada di sekitar PLTU matrik prioritas ke-1 saat ini kebanyakan untuk melayani kebutuhan dalam negeri dan kapasitas produksinya terbatas serta mengandalkan *feedstock* dari limbah industri kayu dan pertanian. Kekurangan *pellet* yang diperoleh dari limbah industri kayu dan pertanian adalah sulit diandalkan terhadap konsistensi ketersediaan dan nilai kalornya .

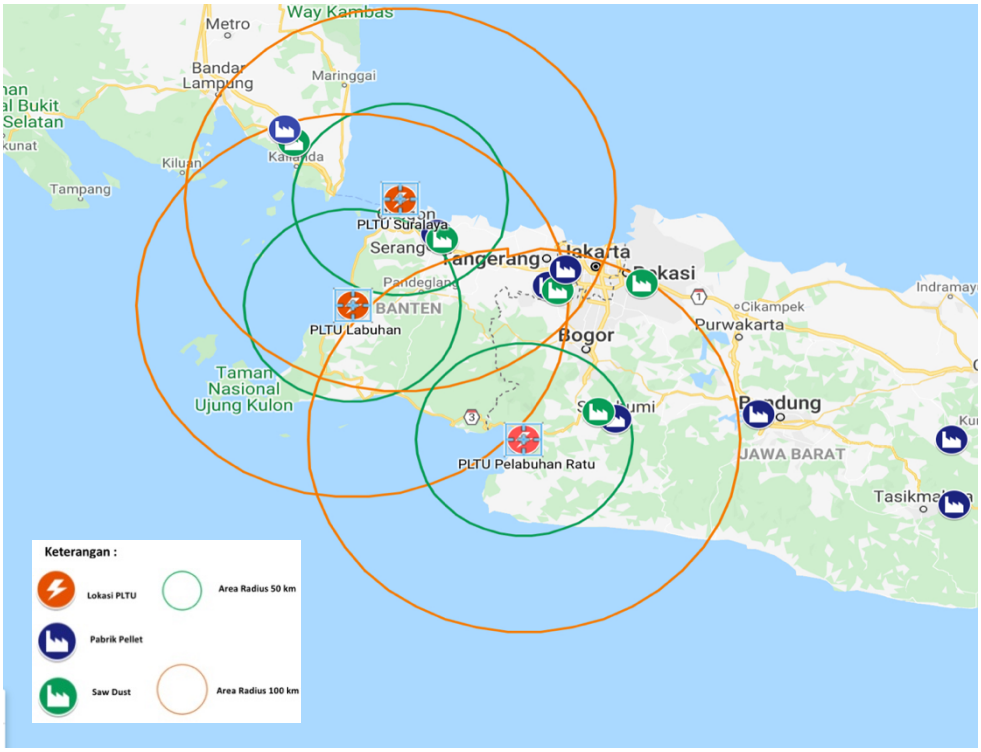
UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.8 Tabel Produsen *Wood Pellet* dan *Saw Dust* Sekitar PLTU

No	Mitra/ Produsen Biomassa	Jenis biomassa	Kapasitas Produksi Ton/hari	GCV (Kcal/Kg)	Lokasi Pabrik
1	SAJ	Saw Dust	67	3909	Lampung, Sukabumi, Serang
2	MMS	Saw Dust	33	4200	Sukabumi, Bekasi
3	ADM	Saw Dust	25	4000	Serang
4	SAJ	Wood Pellet	67	4100	Lampung
5	JPP	Wood Pellet	11,7	4400	Tangerang
6	PSB	Wood Pellet	10	4000	Banten
7	MMS	Wood Pellet	33	4187	Sukabumi
8	BE	Wood Pellet	67	4400	Serang
9	ADM	Wood Pellet	67	4300	Serpong

(Sumber : Data Hasil Survei PT ADC)

Berikut adalah peta posisi PLTU Batu Bara (warna jingga) dan lokasi produsen biomassa (warna biru untuk produsen *pellet* dan hijau untuk *saw dust*) yang ada disekitar PLTU. Area yang diyakini ekonomis adalah dalam diameter sekitar 100 Km atau radius sekitar 50 Km dari posisi PLTU (hasil riset PSE UGM).



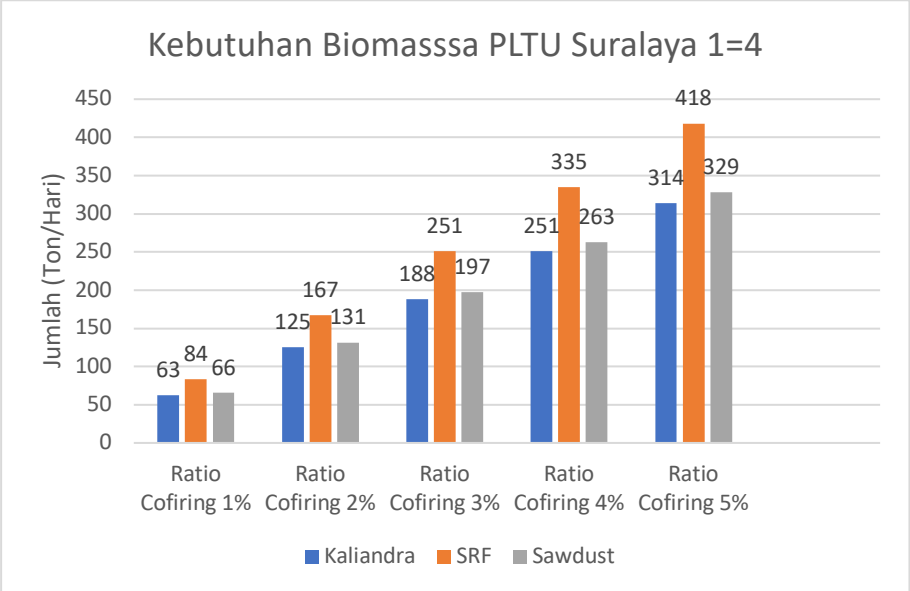
(Sumber : Pengolahan Data Hasil Survei PT ADC)

Gambar 4.4 Produsen *Wood Pellet* dan *Saw Dust* Sekitar PLTU Batu Bara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dari lokasi PLTU dan area radius 50 km diharapkan dapat segera terbangun industri biomassa untuk *cofiring* yang masih ekonomis untuk bisnis startup kapasitas kecil karena biaya transportasi sangat berpengaruh terdapat harga biomassa yang diterima di PLTU . Sedangkan untuk area yang lebih jauh dari PLTU dapat ekonomis untuk tingkat korporasi dengan melakukan skala ekonomis (*economies of scale*) produksi *wood chip* atau *wood pellet* mengingat kebutuhan PLTU tersebut akan semakin meningkat.

Dengan melakukan pengukuran dengan applikasi google map maka didapatkan jarak dari PLTU Suralaya 1-7 ke pabrik *pellet* yang ada saat ini di Kesemen, Serang adalah 51 km. Sedangkan jarak darat dari PLTU Pelabuhan Ratu ke pabrik produsen *pellet* di Citamiang, Sukabumi adalah 59 km. Untuk jarak darat dari PLTU Labuhan ke Pabrik *Pellet* di Kesemen , Serang adalah 73 km



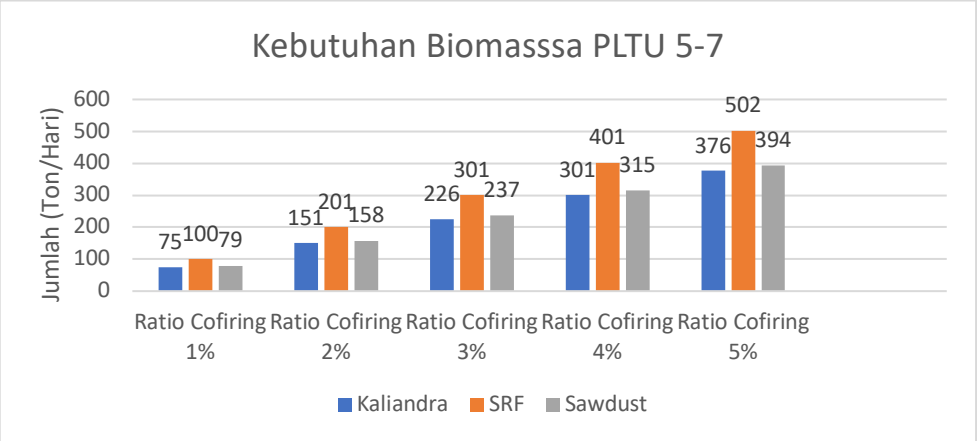
Gambar 4.5 Kebutuhan Biomassa PLTU Suralaya 1-4 Rasio *Cofiring* 1-5%

Dari grafik terlihat bahwa jika PLTU Suralaya 1-4 dilakukan skenario *cofiring* dengan rasio c*ofiring* 1% maka akan dibutuhkan biomassa jenis *pellet* 4400

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kcal/Kg sekitar 63 ton per hari dan terbesar *cofiring* 5% sebesar 314 ton per hari. Untuk kebutuhan 63 ton per hari masih bisa dipenuhi dengan pasokan produsen *existing* dengan area radius sekitar 50 km yaitu pabrik *pellet* yang ada di lokasi Serang. Akan tetapi jika rasio *cofiring* dinaikkan menjadi 2% atau kebutuhan sekitar 125 ton per hari maka pengadaan perlu dinaikkan di area di luar 50 km.

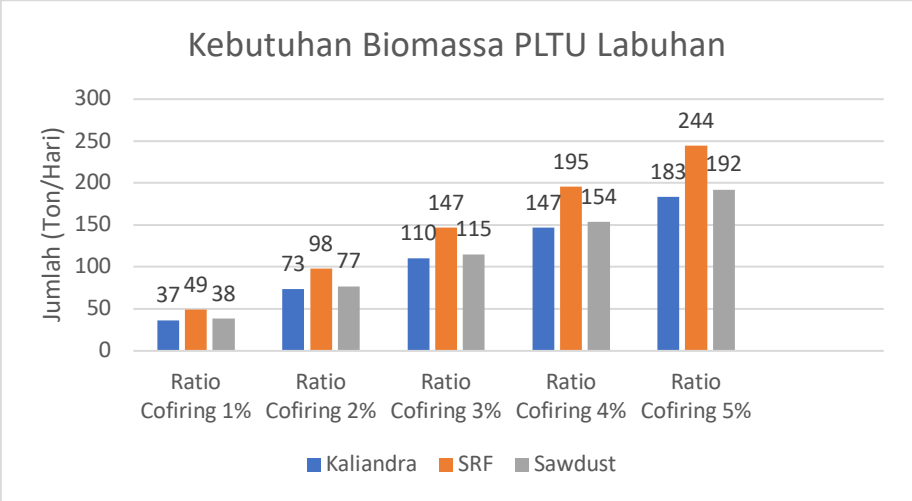
Lokasi pabrik *pellet* di Tangerang melebih radius 50 km hal ini masih memungkinkan mencapai harga ekonomi dengan menggunakan kapasitas moda transportasi yang lebih besar. Pemakaian moda transportasi darat ke PLTU Suralaya dengan kapasitas sampai dengan 20 ton dilakukan memperhatikan infrastruktur jalan sampai lokasi PLTU Suralaya. Kemampuan *cofring* untuk Suralaya 1-4 akan mulai terkendala saat rasio di atas 2% terhadap kepastian mendapatkan *wood pellet* mengingat pabrik *wood pellet* yang ada juga melayani pengguna lain. Untuk itu dapat digunakan alternatif pemakaian *saw dust* (serbuk gergaji yang merupakan residu industri kayu) meskipun di luar radius 50 km, harga masih kompetitif sehingga *cofiring* 5% di PLTU Suralaya 1-4 masih bisa dilaksanakan.



Gambar 4.6 Kebutuhan Biomassa PLTU Suralaya 5-7 Rasio *Cofiring* 1-5%

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

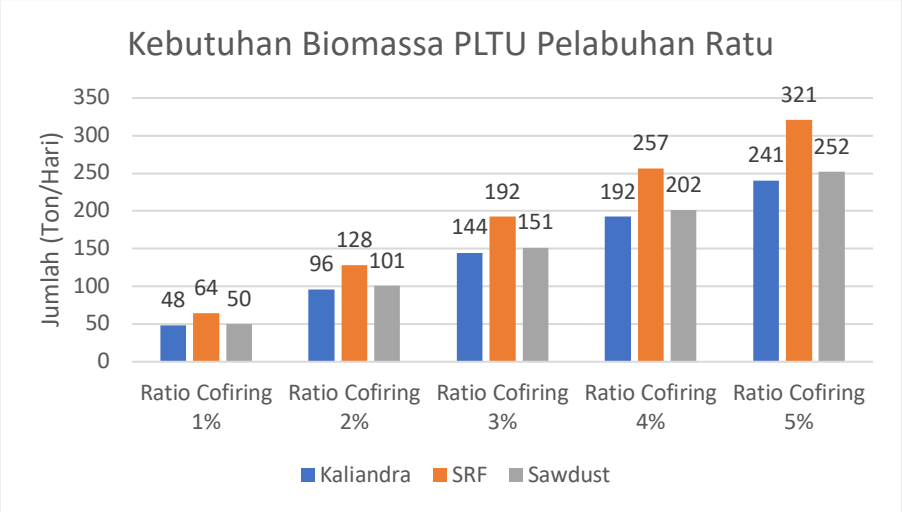
Dengan kondisi produsen *wood pellet* yang terbatas saat ini dan pemakaian yang tinggi untuk *cofiring* PLTU Suralaya 1-4 maka akan sulit bagi PLTU Suralaya 5-7 untuk melakukan *cofiring*. Agar dapat dilakukan *cofiring* bersamaan maka unit 1-7 PLTU Suralaya dapat dilakukan dengan rasio *cofiring* sampai 2% dengan menggunakan biomassa *wood pellet* dan *saw dust*.



Gambar 4.7 Kebutuhan Biomassa PLTU Labuhan Rasio *Cofiring* 1-5%

Untuk *cofiring* PLTU Labuhan dimana produsen *pellet* saat ini jumlahnya masih sedikit dalam radius yang ekonomis untuk *wood pellet* maka untuk melakukan *cofiring* dapat digunakan *saw dust* di area Banten dan Lampung. Sehingga *cofring* dengan rasio *cofiring* 1% atau 38 ton/hari 4000 Kcal/kg masih dapat dilakukan.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 4.8 Kebutuhan Biomassa PLTU Pelabuhan Ratu Rasio *Cofiring* 1-5%

Untuk PLTU Pelabuhan Ratu produsen biomassa cukup besar sehingga *cofiring d*engan menggunakan *wood pellet* dapat digunakan. Begitu juga potensi *saw dust* yang ada cukup besar sehingga rasio *cofiring* dapat dilakukan sampai 5% dengan potensi *saw dust* yang harganya masih dalam batas keekonomian. Potensi besar *cofiring* menggunakan *saw dust* di PLTU Pelabuhan Ratu karena banyaknya industri kayu disekitar PLTU.

Strategi *cofiring* dengan menggunakan *saw dust* hasil residu industri kayu dilakukan untuk mengetahui *performance* PLTU Batu Bara terhadap peningkatan rasio *cofiring* dalam waktu yang cukup lama. Dengan adanya pengujian *cofiring* dan pasokan biomasa yang kontinyu diharapkan sudah mulai terbentuk industri *wood pellet* atau *wood chip* dari tanaman hasil hutan yang dikelola secara lestari ataupun biomassa *SRF* dari *MSW*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.5 Aspek Lingkungan *Cofiring* PLTU dengan Biomassa

Salah satu kriteria keberlanjutan yang relevan dengan biomassa atau bioenergi adalah kriteria lingkungan seperti pengurangan emisi gas rumah kaca selain konservasi stok karbon dan pelestarian kualitas lingkungan (Van stappen dkk,2011). Untuk mengetahui pengurangan emisi gas rumah kaca terhadap pemakaian biomassa *SRF* dengan feedstock dari sampah dapat dilihat dari hasil pengujian emisi pada PLTU Batu Bara di PLTU Jeranjang.

Sebelum pengujian emisi dilakukan, bahan bakar yang akan digunakan dilakukan pengujian di laboratorium yang meliputi pengujian *proximate analisys* dan *ultimate analisys*.

Tabel 4.9 Hasil *Proximate Analisys* MSW PLTU Jeranjang

Parameter		Type A	Type B	Type C	Type D
Moisture in Analysis	%, adb	8,3	5,3	6,4	7,5
Ash Content	%, adb	21,4	33,3	16,6	11,8
Volatile Matter	%, adb	56,4	52,5	63,3	65,7
Fixed Carbon	%, adb	13,9	8,9	13,7	15
Total Sulfur	%, adb	0,1	0,11	0,08	0,1
Gross Calorific Value	kCal/kg,	3.438	3.462	5.015	4.735
Gross Calorific Value	kCal/kg,	3.322	3.374	4.809	4.699

(Sumber : Data PLTU Jeranjang OMU,PT Indonesia Power,2020)

Tabel 4.10 Hasil *Ultimate Analisys* MSW PLTU Jeranjang

	Type A	Type B	Type C	Type D
Carbon (C)	35,61	34,27	45,19	43,75
Hydrogen (H)	5,2	5,44	6,72	6,65
Nitrogen(N)	1,44	0,86	0,93	1,35
Oxygen (O)	36,25	26,02	30,48	36,35

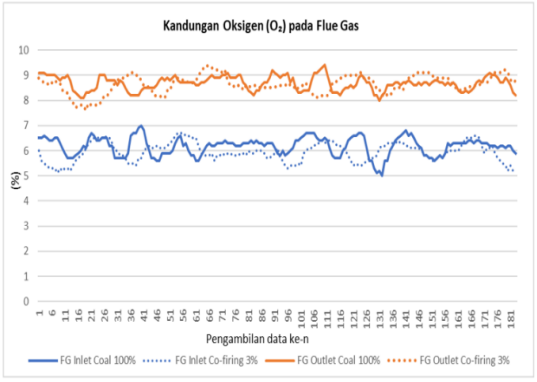
(Sumber : Data PLTU Jeranjang OMU,PT Indonesia Power,2020)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

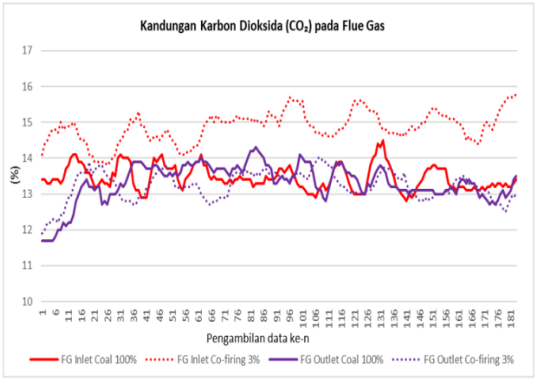
Sedangkan pengujian emisi dilakukan secara langsung pada *cofiring* biomassa di *Boiler* PLTU Batu Bara menggunakan peralatan Flue Gas Analyzer. Adapun parameter-parameter yang dapat diukur adalah sebagai berikut:

4.5.1 Oksigen (O_2), Karbon dioksida (CO_2), dan Karbon monoksida (CO)

Untuk melihat dampak yang terjadi yang diakibatkan pemakaian *pellet SRF* terhadap parameter lingkungan, maka perlu dibandingkan data parameter lingkungan saat coal firing dan *cofiring*. Agar bahan bakar dapat terbakar secara sempurna maka dibutuhkan jumlah udara yang disupply oleh *secondary air fan (SAF)* yang lebih banyak dibandingkan dengan udara pada kondisi yang ideal (udara teoritis), dan jumlah udara yang lebih tersebut dikenal dengan istilah excess air. Kelebihan suplai udara dapat mengakibatkan kelebihan oksigen pada *flue gas* sehingga menjadi tidak efisien. Pada pengujian kedua kondisi ini tidak dilakukan pengaturan pada bukaan damper dan kecepatan *auxillary fan*, sehingga dengan kondisi yang sama, parameter-parameter tersebut tervalidasi.

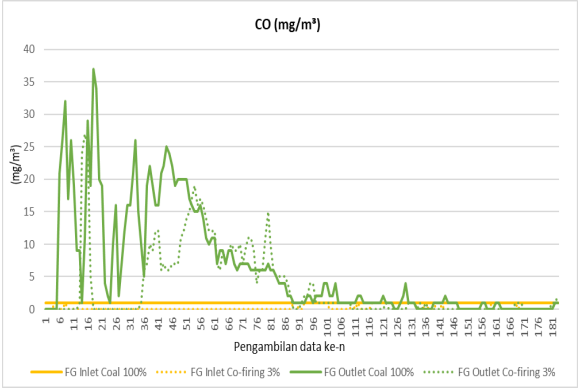


(a) Oksigen (O_2)



(b) Karbon Dioksida (CO_2)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(Sumber : Data PLTU Jeranjang OMU,PT Indonesia Power,2020)

(c) Karbon Monoksida (CO)

Gambar 4.9 Kandungan Senyawa pada *Flue Gas.*

Pada pengujian *cofiring* dengan rasio 3% pelet SRF, jumlah excess air (O_2) terindikasi 6% lebih tinggi (Gambar a) sementara CO_2 4% lebih rendah (Gambar b) dan CO 2 ppm lebih rendah (Gambar c) dibandingkan dengan pengujian menggunakan 100% batubara, hal ini menunjukkan hasil yang positif dari aspek kesempurnaan pembakaran dan emisi gas rumah kaca yang lebih baik.

4.5.2 Nitrogen Oksida (NOx), Sulfur Dioksida (SO_2), dan Hidrogen Sulfida (H_2S)

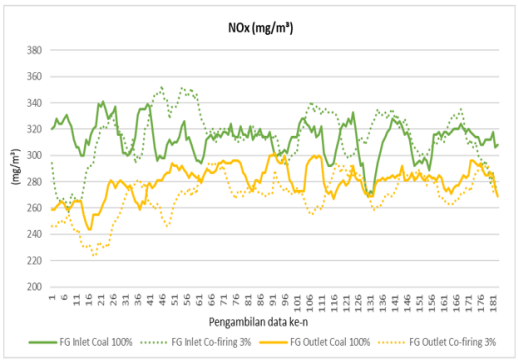
Tabel 4.11 Baku Mutu Emisi PLTU Batubara

No	Parameter	Kadar Maksimum		
		Batubara (mg/Nm^3)	Minyak Solar (mg/Nm^3)	Gas (mg/Nm^3)
1	Sulfur Dioksida (SO_2)	550	650	50
2	Nitrogen Oksida (NO_x)	550	450	320
3	Partikulat (PM)	100	75	30
4	Merkuri (Hg)	0,03	-	-

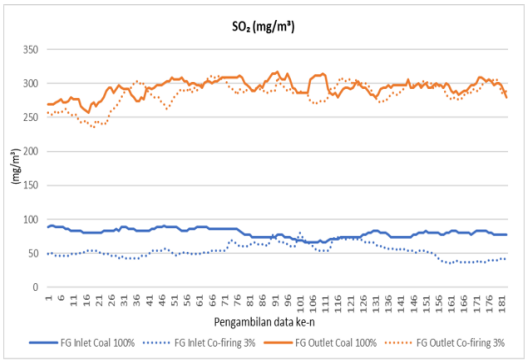
Pada tabel 4.11 diatas merupakan batasan baku mutu emisi untuk PLTU Jeranjang dan disebutkan batasan baku mutu PLTU Batubara untuk NO_x dan SO_2 yaitu sebesar 550 mg/Nm^3. Nilai tersebut menjadi batasan untuk pengujian *heat*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

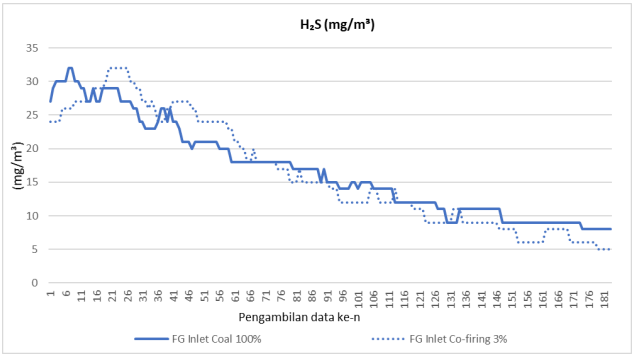
rate ini. Dari data yang didapatkan kedua parameter tersebut baik *coal firing* maupun *cofiring* masih dibawah baku mutu yang ditetapkan yaitu untuk NOx berkisar antara 280-340 mg/Nm^3 dan untuk SO_2 antara 250-300 mg/Nm^3.



(a) Nitrogen Oksida (No_x)



(b) Sulfur Dioksida (SO_2)



(c) Hidrogen Sulfida (H_2S)

(Sumber : Data PLTU Jeranjang OMU,PT Indonesia Power,2020)

Gambar 4.10 Kandungan Senyawa pada *Flue Gas*

Secara analisa operasional, grafik diatas menggambarkan rata-rata parameter Nitrogen Oksida (NOx), Sulfur Dioksida (SO_2), dan Hidrogen Sulfida (H_2S) saat *cofiring* lebih rendah, hal ini menunjukkan penurunan emisi sulfur yang dikarenakan penggunaan *pelet SRF* yang bebas dari sulfur. Sementara lebih rendahnya NO_x menunjukkan indikasi positif penurunan emisi gas rumah kaca.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Sehingga dari hasil pengujian c*ofiring* biomassa berbahan bakar *SRF* diatas dapat disimpulkan bahwa CO_2 rata-rata turun 1,1%, CO rata-rata turun 50%, NOx rata-rata turun 3,95%, SOx rata-rata turun 3,19 %, H_2S rata-rata turun 14,1%. Dengan demikian cofiring dengan pemakaian biomasa bahan bakar *SRF* di PLTU Jeranjang ini mempunyai potensi menurunkan emisi karbon sekitar 8980 ton CO_2 pertahun.

Selama pengujian cofiring parameter-parameter kritis operasional pada *boiler* dipantau secara ketat dengan melihat data *realtime* dan *trending.* Hasil parameter pengujian secara keseluruhan aman dan tidak mengakibatkan derating unit. Setelah dilakukan pengujian dilakukan inspeksi *boiler* secara visual tidak ditemukan anglomerasi ,fouling dan slagging sehingga secara teknis operasi boiler PLTU aman.

4.6 Aspek Sosial *Cofiring* PLTU dengan Biomassa

Salah satu kriteria sosial keberlanjutan dari biomassa adalah manfaat yang diperoleh masyarakat sekitar. Kegiatan penyediaan biomassa untuk *cofiring* dapat memberikan dampak yang positif bagi masyarakat sekitar baik di sisi hulu dan hilir. Masyarakat dapat menerima edukasi dan pendampingan mengenai pengelolaan hutan tanaman lestari yang dapat memberikan berbagai keuntungan dan kesejahteraan secara berkelanjutan. Masyarakat mendapat pendidikan dan pendampingan untuk penanaman jenis tanaman energi yang mempunyai kalori tinggi, siklus yang pendek , tahan terhadap hama dan sesuai kondisi lingkungannya. Masyarakat memperoleh pengetahuan mengenai pembibitan, pemeliharaan, pola tanam dan cara panen untuk mempertahankan keanekaragaman hayati sehingga

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

hasil produksi dapat meningkat dan sumber daya alam tetap terjaga. Penamanan tanaman energi ini berpeluang meningkatkan pendapatan dan menciptakan lapangan pekerjaan di daerah pedesaan.

Pengelolaan hasil hutan seperti produksi *wood pellet* atau *wood chip* akan membuka lapangan kerja dan usaha baru. Terciptanya lapangan pekerjaan akan membantu mengurangi kemiskinan dan peningkatan pemerataaan kesejahteraan. Pemberdayaan masyarakat dalam penyediaan bahan bakar biomassa untuk *cofiring* PLTU menjadikan masyarakat sebagai subyek pembangunan berkelanjutan.



(Sumber : foto dari Perhutani ,2020)

Gambar 4.11 Keterlibatan Masyarakat dalam Hutan Tanaman Energi

Dalam pengelolaan sampah sebagai bahan baku *SRF* selain membuka lapangan kerja baru juga dapat mengurangi masalah sosial seperti polusi udara , kebersihan dan pencemaran sungai yang dapat mengakibatkan banjir. Program *Reduce, Reuse* dan *Recycle (3R)* dapat ditingkatkan dengan pengembangan bank sampah yang merupakan kegiatan bersifat *social engineering* dengan mengajarkan untuk memilah sampah dan menumbuhkan kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah secara bijak. Pembangunan bank sampah merupakan cara membina kesadaran kolektif masyarakat untuk mulai memilih, mendaur ulang dan memanfaatkan sampah karena mempunyai nilai jual yang baik. Sehingga adanya kegiatan pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar *cofring* selain memberikan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

manfaat ekonomi juga dapat mengurangi jumlah landfill sebagai pembuangan sampah dan menciptakan budaya berwawasan lingkungan.



(Sumber : Foto dari PLTU Jeranjang OMU,PT Indonesia Power,2020)

Gambar 4.12 Pilot Project Pengolahan Eceng Gondok dan Sampah

Selain dampak posistif terdapat pula dampak negatif dari kegiatan penyediaan biomasssa untuk *cofiring* di PLTU. Dampak tersebut diantaranya meningkatnya lalu lalang kendaraan untuk transportasi pengangkut biomassa *cofiring* ke PLTU Batu Bara. Selama ini pengangkutan bahan bakar PLTU Batu Bara dilakukan melalui transportasi laut dengan kapal tongkang atau mother vessel berukuran besar. Dengan transportasi darat biomassa melalui truk dalam jumlah besar maka lalu lalang dan antrian truk tersebut semakin besar dan mengganggu masyarakat di sekitar PLTU. Kebisingan dan polusi udara akibat aktifitas tersebut akan meningkat seiring kenaikan rasio cofiring dalam pemakaian biomassa. Sebagai salah satu usaha dalam mitigasi diperlukan penggunaan moda transportasi dengan kapasitas yang lebih besar, ramah lingkungan dan pengaturan pengiriman serta pembongkaran di PLTU yang lebih baik.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kegiatan *Corporate Social Responsibility (CSR)* diperlukan untuk menjamin keberlangsungan bisnis perusahaan. Mekanisme *CSR* harus mampu mengintegrasikan bisnis terhadap lingkungan hidup dan sosial dalam operasional perusahaan serta interaksinya dengan s*takeholder. CSR* dapat memberikan keuntungan bagi masyarakat sekitar dan berakibat menjadi loyal juga terhadap perusahaan. Dalam pengelolaan sumber bahan baku (*feedstock*) bahan bakar biomassa dapat ditingkatkan kualitasnya melalui program edukasi dan pendamping dalam *CSR* sehingga daya saing perusahaan akan meningkat. *CSR* dapat menurunkan risiko dalam mendapatkan sumber daya alam karena *CSR* dapat membangun hubungan perusahaan dengan yang terlibat menjadi lebih baik lagi.



(Sumber : Foto dari PM PLTU Suralaya ,PT ADC,2020)

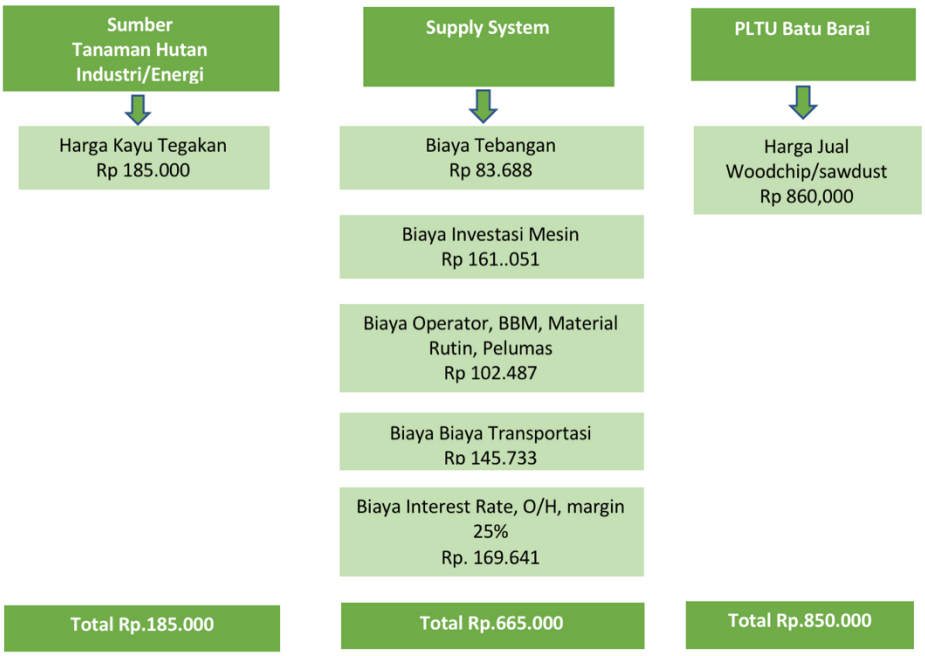
Gambar 4.13 Antrian dan Pembongkaran Biomassa di PLTU Suralaya

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.7 Aspek Ekonomi Biomassa *Cofiring* PLTU

4.7.1 Produksi Biomassa Bahan Baku dari Hutan

Harga keekonomian biomassa dalam bentuk *wood chip* atau *wood pellet* atau serbuk dari bahan baku hutan sebagai bahan bakar *cofiring* saat ini belum terbentuk dan masih dalam pembahasaan. Berikut merupakan perkiraan dan perbandingan harga biomassa menurut perhitungan dari Masyarakat Energi Biomassa Indonesia (MEBI) dan Perhutani dengan studi kasus di Pulau Jawa.



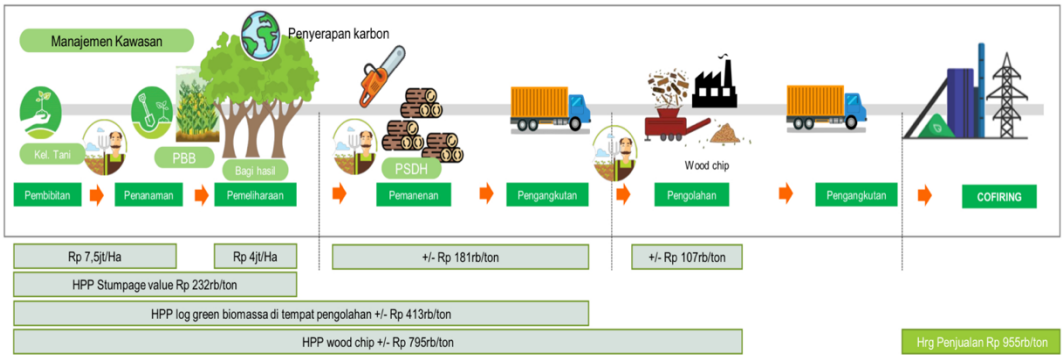
(Sumber : Masyarakat Energi Biomassa Indonesia (MEBI) ,November 2020)

Gambar 4.14 Perhitungan MEBI Harga Biomassa dari Sumber Hutan

Menurut MEBI harga kayu tegakan sebesar Rp. 185.000/ton dan biaya tebangan Rp 83.688. Sedangkan investasi mesin berupa *chipper, dryer* dan *hammer mill* Rp 161.051/ton dengan masa pakai 5 tahun. Biaya operasi dan pemeliharan sebesar Rp 102.487 , biaya transportasi Rp 145.773 dan biaya modal termasuk

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

overhead dan margin total sebesar 25% sehingga total biaya Rp 665.000 . Total harga biomassa sampai ke PLTU diperkirakan sebesar Rp 850.000.



(Sumber : Perhutani ,November 2020)

Gambar 4.15 Perhitungan Perhutani Harga Biomassa dari Sumber Hutan

Menurut Perhutani biaya pembibitan dan penanaman sebesar Rp 7,5 juta/Ha , biaya pemeliharaan sekitar 4 Juta/Ha. Maka didapat HPP tegakan hutan (*stumpage value*) sebesar Rp 232.000/ton. Harga HPP log green biomassa di tempat pengolahan diperkirakan sekitar 413.000/ton. Harga HPP sampai mencapai produk *wood chip* sekitar 795.000/ton. Total biaya pengangkutan sampai lokasi PLTU bisa mencapai Rp 955.000/ton.

Perbedaan perhitungan harga menurut Perhutani dan MEBI adalah suatu yang wajar karena ada beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain teknologi yang digunakan , jenis tanaman dengan kandungan kalori yang berbeda dan jarak transportasi ke PLTU.

Secara keseluruhan harga biomassa dengan kalori yang sama dari hutan untuk menjamin keberlanjutan jangka panjang harganya akan lebih mahal dibanding batu bara per tonnya untuk saat ini . Harga batu bara sendiri tiap bulan bervariasi tergantung pada Harga Batu Bara Acuan (HBA) pada tiap bulannya.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.7.2 Produksi Biomassa Bahan Baku dari *Municipal Solid Waste (MSW)*

Bahan bakar dari *MSW* mempunyai nilai kalori yang lebih rendah dan sangat fluktuatif dibandingkan dari sumber tanaman energi. Kualitas dari *MSW* ini juga sulit dikendalikan dan memerlukan teknologi yang baik agar dapat dijadikan bahan bakar PLTU yang berkualitas. Untuk mengkomersilkannya bahan bakar dari *MSW* ini diperlukan *sharing cost* dengan *stakeholder* lainnya. Dalam hal ini dapat melakukan kerja sama dengan Kementerian PUPR untuk memperoleh insentif investasi dan Pemda pengelola sampah untuk memperoleh nilai tambah (*added value*) agar masalah lingkungan dapat ditangani lebih baik

4.8 Strategi Penyediaan Biomassa Berkelanjutan

Berdasarkan data pengamatan yang ada untuk aspek ekonomi, sosial dan lingkungan yang mempengaruhi penyediaan biomassa *cofiring* agar keberlanjutan maka perlu dilakukan analisa SWOT dan TOWS untuk menyusun strategi berkelanjutan.

4.8.1 Analisis SWOT

Analisis SWOT *(Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)* merupakan metode perencanaan strategis yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman suatu prospek bisnis pada organisasi. Proses ini melibatkan penentuan tujuan yang spesifik dari prospek bisnis dan mengidentifikasi faktor eksternal dan internal yang mendukung maupun yang tidak dalam mencapai tujuan tersebut.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.12 Analisis SWOT Penyediaan Biomassa *Cofiring* PLTU

Internal			
Strengths		**Weaknesses**	
1	Mendapatkan penugasan dari PT Indonesia Power (0760/130/IP/2020), Penyediaan biomassa sejak masa uji coba cofiring di PLTU Batu Bara PT Indonesia Power	1	Terbatasnya pendanaan investasi
2	Memiliki pengalaman dan kompetensi dalam niaga, transportasi dan penyediaan bahan bakar untuk PLTU Batu Bara	2	Belum mempunyai kompetensi khusus dalam penyediaan bahan bakar dari MSW untuk cofiring PLTU Batu Bara
3	Memiliki networking dan kerja sama dengan pemasok dan transportir untuk penyediaan bahan bakar biomassa PLTU Batu Bara		
4	Bahan bakar biomassa mampu menurunkan emisi rumah kaca seperti CO2 yang memberikan dampak baik bagi kesehatan dan perubahan lingkungan		
5	Pemakaian bahan bakar biomassa untuk cofiring dapat meningkat target bauran energi terbarukan dengan cepat		
6	Menurunkan timbunan limbah pada TPA untuk bahan baku MSW sehingga pengelolaan sampah menjadi lebih baik (waste to energy)		
Eksternal			
Opportunities		**Threats**	
1	Permintaan terhadap bahan bakar biomassa untuk cofiring PLTU Batu Bara yang terus meningkat seiring dengan berhasilnya uji coba cofiring di PLTU milik PLN Grup	1	Belum adanya feedstock (bahan baku) biomassa khusus dari tanaman energi
2	Adanya target pemerintah dalam baruran energi EBT sebesar 23% pada tahun 2025 (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017, RUEN)	2	Semakin terbatasnya feedstock biomassa yang berasal dari limbah karena persaingan pemakaian limbah kayu dengan pengguna lain
3	Meningkatnya teknologi pengelolaan sampah menjadi energi	3	Belum diketahui dampak terhadap boiler PLTU dalam jangka panjang terhadap pemakaian biomassa dengan bahan baku MSW
4	Semakin murah dan banyak teknologi/ peralatan untuk pengelolaan dan pembuatan woodchip atau pellet	4	Kandungan klorin dan alkali pada pellet MSW meningkatkan resiko korosi serta emisi dioksin dan furan
5	Potensi hutan yang dapat dikelola secara lestari sebagai bahan baku wood chip atau wood pellet sangat besar	5	Adanya keresahan dari masyarakat akibat lalu lalang transportasi darat biomassa
6	Potensi limbah/residu dari bahan baku berbasis kayu, pertanian, perkebunan dan MSW sangat besar	6	Isu kerusakan lingkungan (deforestasi) karena penebangan hutan secara liar
7	Semakin tinggi kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah dan lingkungan yang lestari		
8	Semakin mudah dan murah dalam menerapkan digitalisasi dalam pengelolaan tanaman hutan , rantai pasok dan pemasaran		
9	Semakin menigkatnya konsumen individu dan perusahaan untuk green energy		
10	Permintaan pasar ekspor terhadap wood pellet dari indonesia mulai meningkat		

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.8.2 Analisis Strategi Perusahaan

Strategi perusahaan selanjutnya dirumuskan dengan menggunakan matrik TOWS dengan memadukan cara perusahaan meraih peluang dengan memanfaatkan kekuatan dan mengantisipasi kelemahan.

Tabel 4.13 Analisis Strategi untuk Meraih Peluang Penyediaan Biomassa

			Strength (S)		**Weaknesses (W)**	
			1	Mendapatkan penugasan dari PT Indonesia Power (0760/130/IP/2020), Penyediaan biomassa sejak masa uji coba cofiring di PLTU Batu Bara PT Indonesia Power	1	Terbatasnya pendanaan investasi
			2	Memiliki pengalaman dan kompetensi dalam niaga, transportasi dan penyediaan bahan bakar untuk PLTU Batu Bara	2	Belum mempunyai kompetensi khusus dalam penyediaan bahan bakar dari MSW untuk cofiring PLTU Batu Bara
			3	Memiliki networking dan kerja sama dengan pemasok dan transportir untuk penyediaan bahan bakar biomassa PLTU Batu Bara		
			4	Bahan bakar biomassa mampu menurunkan emisi rumah kaca seperti CO2 yang memberikan dampak baik bagi kesehatan dan perubahan lingkungan		
			5	Pemakaian bahan bakar biomassa untuk cofiring dapat meningkat target bauran energi terbarukan dengan cepat		
			6	Menurunkan timbunan limbah pada TPA untuk bahan baku MSW sehingga pengelolaan sampah menjadi lebih baik (waste to energy)		
			S-O		**W-O**	
			Strategi untuk meraih peluang dengan memanfaatkan kekuatan		Strategi untuk merah peluang mengantipasi kelemahan	
Opportunities (O)	1	Permintaan terhadap bahan bakar biomassa untuk cofiring PLTU Batu Bara yang terus meningkat seiring dengan berhasilnya uji coba cofiring di PLTU milik PLN Grup	1	Mencari mitra pemasok biomassa yang potensial di sekitar PLTU	1	Bekerja sama dengan Kementerian PUPR dan Pemda setempat untuk mendapatkan pendanaan murah dan efisiensi pengolahan sampah melalui cost sharing
	2	Adanya target pemerintah dalam baruran energi EBT sebesar 23% pada tahun 2025 (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017, RUEN)	2	Melakukan kontrak jangka menengah dan panjang terhadap pemasok yang memenuhi kriteria keberlanjutan untuk menjamin pasokan biomassa ke PLTU	2	Bekerja sama dengan Kementerian ESDM (EBTKE) dan BPPT serta mitra teknologi pengolahan sampah menjadi energi
	3	Kemajuan teknologi pengelolaan sampah menjadi energi	3	Pemanfaatan teknologi yang efesien dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kapasitas produksi SRF		
	4	Semakin murah dan banyak teknologi/ peralatan untuk pengelolaan dan pembuatan woodchip atau pellet	4	Pemanfaatan teknologi yang efesien dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kapasitas produksi wood chip dan wood pellet		
	3	Potensi hutan yang dapat dikelola secara lestari sebagai bahan baku wood chip atau wood pellet sangat besar	5	Meningkatkan produksi sehingga dapat menurunkan biaya produksinya (economies of scale) untuk meningkatkan keunggulan bersaing		
	5	Potensi limbah/residu dari bahan baku berbasis kayu, pertanian, perkebunan dan MSW sangat besar	6	Memaksimalkan pemanfaatan limbah untuk memberikan dampak positif yang besar terhadap ekonomi, sosial dan lingkungan		
	7	Semakin tinggi kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah dan lingkungan yang lestari	7	Memfasilitasi pemberdayaan masyarakat sekitar untuk pengelolaan sampah menjadi energi		
	8	Semakin mudah dan murah dalam menerapkan digitalisasi dalam pengelolaan tanaman hutan , rantai pasok dan pemasaran	8	Pemanfaaatan digitalisasi untuk effiensi rantai pasok dan peningkatan pelayanan konsumen		
	9	Semakin menigkatnya konsumen individu dan perusahaan untuk green energy	9	Sertifikasi ekolabel untuk memudahkan konsumen memilih produk yang ramah lingkungan		
	10	Permintaan pasar ekspor terhadap wood pellet dari indonesia mulai meningkat	10	Sertifikasi dan standarisasi internasional untuk kualitas i dan jproduk ramah lingkungan (ekolabel)		

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Strategi perusahaan juga dirumuskan dengan menggunakan matrik *TOWS* dengan memadukan cara perusahaan mengantisipasi ancaman dengan memanfaatkan kekuatan dan mengantisipasi kelemahan.

Tabel 4.14 Analisis Strategi untuk Mengantisipasi Ancaman Penyediaan Biomassa

			Strength (S)		**Weaknesses (W)**	
			1	Mendapatkan penugasan dari PT Indonesia Power (0760/130/IP/2020), Penyediaan biomassa sejak masa uji coba cofiring di PLTU Batu Bara PT Indonesia Power	1	Terbatasnya pendanaan investasi
			2	Memiliki pengalaman dan kompetensi dalam niaga, transportasi dan penyediaan bahan bakar untuk PLTU Batu Bara	2	Belum mempunyai kompetensi khusus dalam penyediaan bahan bakar dari MSW untuk cofiring PLTU Batu Bara
			3	Memiliki networking dan kerja sama dengan pemasok dan transportir untuk penyediaan bahan bakar biomassa PLTU Batu Bara		
			4	Bahan bakar biomassa mampu menurunkan emisi rumah kaca seperti CO2 yang memberikan dampak baik bagi kesehatan dan perubahan lingkungan		
			5	Pemakaian bahan bakar biomassa untuk cofiring dapat meningkat target bauran energi terbarukan dengan cepat		
			6	Menurunkan timbunan limbah pada TPA untuk bahan baku MSW sehingga pengelolaan sampah menjadi lebih baik (waste to energy)		
			S-T		**W-T**	
			Strategi mengantisipasi ancaman dengan memanfaatkan kekuatan		Strategi mengantisipasi ancaman dengan mengantipasi kelemahan	
Threats (T)	1	Belum adanya feedstock (bahan baku) biomassa khusus dari tanaman energi	1	Memanfaatkan limbah industri kayu atau tanaman pertanian untuk memenuhi kebutuhan uji cofiring	1	Bekerja sama dengan Kementerian PUPR dan Pemda setempat untuk mendapatkan pendanaan murah dan efisiensi pengolahan sampah melalui cost sharing
	2	Semakin terbatasnya feedstock biomassa yang berasal dari limbah karena persaingan pemakaian limbah kayu dengan pengguna lain	2	Penggunaan bahan baku (feedstock) tanaman energi yang mempunyai kalori tinggi dan siklus yang pendek untuk cofiring PLTU	2	Bekerja sama dengan Kementerian ESDM (EBTKE) dan BPPT serta mitra teknologi pengolahan sampah menjadi energi
	3	Belum diketahui dampak terhadap boiler PLTU dalam jangka panjang terhadap pemakaian biomassa dengan bahan baku MSW	3	Standarisasi (SNI) untuk bahan baku dari sampah untuk kepastian investasi dan perlindungan boiler PLTU		
	4	Kandungan klorin dan alkali pada pellet MSW meningkatkan resiko korosi serta emisi dioksin dan furan	4	Standarisasi (SNI) untuk bahan baku dari sampah untuk kepastian investasi dan perlindungan boiler PLTU		
	5	Adanya keresahan dari masyarakat akibat lalu lalang transportasi darat biomassa	5	Penggunaan moda tranportasi besar, aman dan ramah lingkungan		
	6	Isu kerusakan lingkungan (deforestasi) karena penebangan hutan secara liar	6	Sertifikasi ekolabel produk biomassa yang ramah lingkungan		

Dengan mempertimbangkan faktor internal dan eksternal perusahaan serta aspek keberlanjutan (sosial, ekonomi dan lingkungan) dalam pasokan biomassa

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

untuk *cofiring* PLTU Batu Bara maka strategi keberlanjutan pasokan biomassa perusahaan .

a. Melakukan kerja sama dan kontrak jangka panjang dengan mitra pemasok bahan baku biomassa untuk menjamin kualitas dan kuantitas pasokan bahan bakar biomassa ke PLTU.
b. Memberdayakan masyarakat sekitar pabrik *SRF* dengan memfasilitasi dan memberikan bantuan pelatihan serta pendampingan untuk mendapatkan biomassa *SRF* berkualitas.
c. Penyediaan *wood. pellet* atau *wood chip* yang berkelanjutan dari bahan baku hutan tanaman yang dikelola secara lestari serta menerapkan ekolabel pada produk.
d. Melakukan kerja sama dengan Kementerian PUPR dan Pemda dalam pengelolaan sampah menjadi energi (*waste to energy*) untuk peningkatan kapasitas produksi *SRF.*
e. Menyediakan produk biomassa dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk menjamin investasi dan meminimalkan dampak negatif bagi pengguna.
f. Menggunakan *surveyor* independen untuk melakukan pengawasan kesesuaian standar dan spesifikasi bahan bakar biomass
g. Mengoptimalkan logistik dan penggunaan moda tranportasi biomassa yang effisien dan efektif sesuai standar keselamatan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan sosial akibat transportasi darat.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

h. Melakukan digitalisasi rantai pasok dan pemasaran untuk meningkatkan efisiensi dan pelayanan.

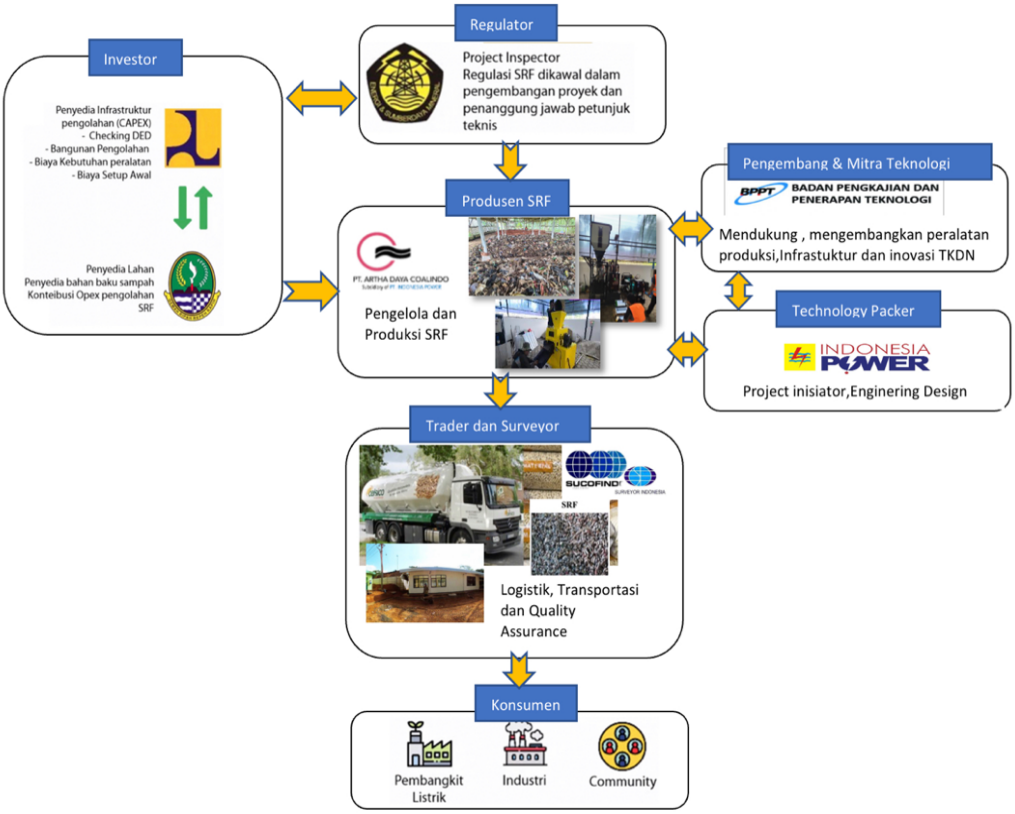
4.9 Skema Bisnis dan Finansial Model Biomassa Jumputan Padat

Pasar dan rantai pasok dalam penyediaan biomassa *cofiring* PLTU saat ini masih belum terbentuk .Untuk jumputan padat seperti *RDF* atau *SRF* dimana bahan bakunya berasal dari sampah, perlu dibuat skema bisnis dan permodelan agar bisnis ini bisa layak serta berkelanjutan. Permodelan bisnis ini perlu dilakukan terutama dalam penyediaan *pellet* yang berasal dari bahan baku sampah *(MSW)* karena mempunyai nilai kalori kecil dan berfluktuasi. Permodelan saat ini masih banyak melibatkan stakeholder untuk kemudian dapat dikembangkan lebih lanjut.

4.9.1 Skema Bisnis Produksi Jumputan Padat

Dalam skema bisnis ini Dinas Lingkungan Hidup membangun Tempat Pengolahan Sampah (TPS) untuk 3R *(Reuse, Reduce dan Recycle)* dibeberapa tempat dengan bantuan Kementerian Pekerjaan Umum Penataan Ruang (PUPR) untuk pengolahan sampah rumah tangga (*Municipal Solid Waste*). Sedangkan peran Pemda setempat memberikan lahan dan bantuan biaya pengolahan sampah. Bahan baku biomassa untuk *SRF* diperoleh dari sampah yang dikelola Pemda

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 4.16 Skema Bisnis Jumputan Padat dari *MSW*

Pemda setempat dan calon investor (produsen *SRF*) atau pengembang mendapat panduan pengelolaan sampah menjadi energi untuk pemanfaatan energi listrik dari kementerian ESDM dibawah direktorat ETBKE sesuai panduan sampah menjadi energi (*Waste to Energi*). Untuk mendukung pemanfaatan dan pengembangan sampah menjadi energi listrik (*WtE)* Ditjen EBTKE dapat dibantu EU-TCF (Uni Eropa- *Trade Cooperation Facility*) memberikan technical assistance untuk Pemerintah Daerah, *capacity building* untuk aparat pemerintah dan para pengembang, pelaksanaan *Waste to Energy Week*. Dalam hal ini termasuk Tempat

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Pembuangan Akhir untuk proyek *WtE* dan *Pra-study* kelayakan dan *study* kelayakannya.

Produsen *SRF* disini mendapat dukungan dari BPPT dan mitra penyedia teknologi pengolahan sampah untuk mendapatkan mesin – mesin pengelolaan sampah dan pengembang teknologi dengan memanfaatkan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN). Dalam skema awal ini, anak perusahaan PLN yang dalam bidang pembangkitan dapat memberikan masukan terkait kebutuhan spesifikasi *SRF* sesuai spesifikasi boiler PLTU masing-*masing pembangkit kepada pengembang atau mitra teknologi untuk peningkatan kualitas bahan bakar SRF*.

Hasil produksi *SRF* dilakukan pemeriksaan oleh surveyor untuk memastikan kualitas dan kuantitas sesuai spesifikasi sebelum dilakukan pengiriman ke PLTU atau pengguna lain. *Surveyor* independen di PLTU akan melakukan pemeriksaan barang yang diterima dan menerbitkan *Certificate of Analisys (COA)* produk *SRF* yang diterima sebagai pembuktian kinerja barang yang dikirim atau parameter kualitas produk.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.9.2 Finansial Model Jemputan Padat Produksi (*SRF*)

Tabel 4.15 Perbandingan Model Pendanaan

			SKEMA 1	SKEMA 2	SKEMA 3	SKEMA 4
No	Uraian	Satuan	Fasilitas (Lahan disediakan PemDa)	Fasilitas (Lahan penyertaan CAPEX)	Fasilitas (Lahan disediakan) + Kontribusi Pemda	Fasilitas (Lahan disediakan) + harga SRF = harga BB
1	CAPEX	Rp	28.232.814.000	29.882.814.000	28.232.814.000	28.232.814.000
2	OPEX thdp SRF	Rp/ton	314.492	314.492	314.492	314.492
3	OPEX thdp MSW	Rp/ton	125.797	125.797	125.797	125.797
4	Kapasitas Pengolahan Sampah	Ton/hari	100	100	100	100
5	Produksi SRF	Ton/hari	40	40	40	40
6	Biaya Produksi SRF	Rp/ton	189.613	189.613	189.613	189.613
7	Biaya Pengangkutan SRF	Rp/ton	134.118	134.118	134.118	134.118
8	Harga SRF	Rp/ton	529.169	529.169	529.169	642.500
9	Masa Project	Tahun	15	15	15	15
10	Pendapatan	Rp/Tahun	5.926.691.617	5.926.691.617	8.245.977.823	7.196.000.000
11	Kontribusi Pemda	Rp/Tahun	-	-	2.319.286.206	-
	Kontribusi Pemda	Rp/ton sampah	-	-	82.832	-
12	Profit	Rp/Tahun	874.159.941	764.159.941	3.532.961.656	2.455.623.772
13	NPV	Rp	(8.500.641.581)	(9.941.474.395)	7.080.861.239	26.866.623
14	IRR	%	4,63	3,99	13,89	10,02

Untuk mengetahui profit dan kelayakan proyek pembuatan bahan bakar SRF dengan bahan baku dari sampah rumah tangga (*MSW*) maka dibuat permodelan finansial dengan beberapa skema. Skema yang pertama model bisnis dimana lahan disediakan oleh Pemda setempat. Skema kedua dimana lahan merupakan penyertaan CAPEX . Skema ketiga selain lahan disediakan oleh Pemda terdapat kontribusi Pemda yang per ton sampah yang diolah. Sedangkan skema keempat lahan disediakan Pemda dan harga *SRF* disamakan dengan harga batu bara.

Dalam permodelan ini perhitungan besar *NPV* dilakukan untuk mengetahui berapakah proyeksi nilai dari proses bisnis pada waktu sekarang. Dalam lakukan perhitungan *NPV* semua arus kas masuk dan keluar dihitung dan dicari nilainya pada saat sekarang. Pada kasus ini suku bunga yang dijadikan acuan perhitungan berdasarkan bunga rate korporasi sebesar 10%. Semua nilai tersebut dihitung dan

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dicari selisih antara pendapatan dan pengeluaran. Jika nilai *NPV* yang diperoleh adalah posistif berarti investasi menguntungkan dan layak dilakukan. Sedang jika nilai *NPV* diperoleh negative maka investasi yang dilakukan merugikan dan tidak layak untuk dilanjutkan. Selanjutnya dilakukan perhitungan *IRR* dari arus kas proyek selama masa ekonomis proyek yaitu. 15 tahun. *IRR* merupakan persentase tingkat pengembalian yang menghasilkan *NPV* sama dengan nol.

Dari tabel hasil perhitungan skema 1 dan 2 tidak layak secara finansial karena memiliki *NPV* negatif. Sedangkan pada skema 3 dan 4 adalah layak karena memiliki *NPV* positif Rp 7.080.861.239 dengan *IRR* 13,89% pada skema 3 dan NPV Rp 26.866.623 dengan IRR 10,02% pada skema 4. Pada kasus ini skema yang menarik adalah skema 3 dengan fasilitas lahan disediakan Pemda dan ada kontribusi dari pemda untuk pengolah sampah sampai tempat pembuatan *SRF*. Sedangkan untuk skema 4 masih ada risiko (kurang menarik bagi investor) karena ada fruktuasi Harga Batu Bara Acuan (HBA) tiap bulan dimana harga batu bara ditentukan dari rata-rata tertimbang harga batu bara 3 bulan sebelumnya untuk kontrak jangka panjang.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data, pembahasan dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. a. Potensi biomassa berbasis kayu dari hutan produksi di area radius <100 km masing-masing PLTU Batu Bara PT Indonesia Power (matrik prioritas ke-1) adalah seperti pada tabel 5..1. Potensi tersebut mencukupi kebutuhan ratio cofiring PLTU sebesar 5% dalam jangka panjang. Asumsi menggunakan pohon kaliandra yang panen pada umur 2 tahun dengan sistem trubusan 7 kali panen serta replanting umur 15 tahun.

   Tabel 5.1 Potensi Biomassa dari Hutan Produksi Sekitar Lokasi PLTU

No	Nama PLTU	Potensi Hutan Produksi Ha	Potensi Hutan Produksi Ton/Hari
1	PLTU Suralaya 1-4	359.092	8.797.742
2	PLTU Suralaya 5-7	374.111	9.165.710
3	PLTU Labuhan	367.675	9.008.045
4	PLTU Pelabuhan Ratu	369.135	9.043.796

   b. Potensi biomasa bahan baku berbasis sampah di area radius <100 km masing-masing PLTU Batu Bara PT Indonesia Power (matrik prioritas ke-1) adalah seperti pada tabel 5.2. Potensi tersebut mencukupi kebutuhan ratio cofiring PLTU sebesar 5 % dalam jangka panjang

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel. 5.2 Potensi Bahan Baku Sampah (*MSW*) Sekitar Lokasi PLTU

No	Nama PLTU	Potensi Sampah (TPA) Ton/Hari	Potensi Sampah (TPS) Ton/Hari	Total Potensi Sampah Ton/Hari	Estimasi Jumlah SRF Ton/Hari
1	PLTU Suralaya 1-7	948	647	1.595	797
2	PLTU Labuhan	1.420	12	1.432	716
3	PLTU Pelabuhan Ratu	29.239	1.241	30.480	15.240

2. Strategi yang dilakukan untuk penyediaan pasokan biomassa keberlanjutan untuk cofiring PLTU Batu Bara

   a. Melakukan kerja sama dan kontrak jangka panjang dengan mitra pemasok bahan baku biomassa untuk menjamin kualitas dan kuantitas pasokan bahan bakar biomassa ke PLTU.

   b. Memberdayakan masyarakat sekitar pabrik *SRF* dengan memfasilitasi dan memberikan bantuan pelatihan serta pendampingan untuk mendapatkan biomassa *SRF* berkualitas.

   c. Penyediaan *wood. pellet* atau wood chip yang berkelanjutan dari bahan baku hutan tanaman yang dikelola secara lestari serta menerapkan ekolabel pada produk.

   d. Melakukan kerja sama dengan Kementerian PUPR dan Pemda dalam pengelolaan sampah menjadi energi (waste to energy) untuk peningkatan kapasitas produksi *SRF*.

   e. Menyediakan produk biomassa dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk menjamin investasi dan meminimalkan dampak negatif bagi pengguna.

   f. Menggunakan surveyor independen untuk melakukan pengawasan kesesuaian standar dan spesifikasi bahan bakar biomass

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

g. Mengoptimalkan logistik dan penggunaan moda tranportasi biomassa yang effisien dan efektif sesuai standar keselamatan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan sosial akibat transportasi darat.

h. Melakukan digitalisasi rantai pasok dan pemasaran untuk meningkatkan efisiensi dan pelayanan.

3. Model pendanaan yang tepat untuk penyediaan bahan bakar biomassa jenis *SRF* dengan sumber bahan baku dari sampah kota (municipal solid waste) supaya menghasilkan keuntungan yang lebih baik bagi perusahaan adalah skema bisnis 3. Dengan skema bisnis fasilitas lahan disediakan oleh pemda dan ada kontribusi dari pemda sebesar Rp. 2.319.286.206/tahun atau Rp 82.832/ton sampah. Kontribusi tersebut berupa pengolahan sampah (*tipping fee*) yang dibayar oleh pemda setempat.

Tabel 5.3 Tabel Model Pendanaan Produks *SRF*

			SKEMA 1	SKEMA 2	SKEMA 3	SKEMA 4
No	Uraian	Satuan	Fasilitas (Lahan disediakan PemDa)	Fasilitas (Lahan penyertaan CAPEX)	Fasilitas (Lahan disediakan) + Kontribusi Pemda	Fasilitas (Lahan disediakan) + harga SRF = harga BB
1	CAPEX	Rp	28.232.814.000	29.882.814.000	28.232.814.000	28.232.814.000
2	OPEX thdp SRF	Rp/ton	314.492	314.492	314.492	314.492
3	OPEX thdp MSW	Rp/ton	125.797	125.797	125.797	125.797
4	Kapasitas Pengolahan Sampah	Ton/hari	100	100	100	100
5	Produksi SRF	Ton/hari	40	40	40	40
6	Biaya Produksi SRF	Rp/ton	189.613	189.613	189.613	189.613
7	Biaya Pengangkutan SRF	Rp/ton	134.118	134.118	134.118	134.118
8	Harga SRF	Rp/ton	529.169	529.169	529.169	642.500
9	Masa Project	Tahun	15	15	15	15
10	Pendapatan	Rp/Tahun	5.926.691.617	5.926.691.617	8.245.977.823	7.196.000.000
11	Kontribusi Pemda	Rp/Tahun	-	-	2.319.286.206	-
	Kontribusi Pemda	Rp/ton sampah	-	-	82.832	-
12	Profit	Rp/Tahun	874.159.941	764.159.941	3.532.961.656	2.455.623.772
13	NPV	Rp	(8.500.641.581)	(9.941.474.395)	7.080.861.239	26.866.623
14	IRR	%	4,63	3,99	13,89	10,02

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2 Saran

1. Potensi biomassa tanaman energi sangat besar di sekitar PLTU Pelabuhan Ratu (9.043.796 Ton/Hari), PLTU Labuhan (9.008.045 Ton/hari) dan PLTU Suralaya 1-7 (8.797.742 ton/hari dan 9.165.710 ton/hari) Pembuatan pabrik *wood pellet* atau *wood chip* di radius 50 km dari PLTU Pelabuhan Ratu, PLTU Labuhan dan PLTU Suralaya 1-7 dengan kapasitas besar akan sangat menguntungkan.
2. Pemanfaatan limbah industri kayu sebagai bahan baku campuran *pellet* di sekitar PLTU Suralaya dan PLTU Pelabuhan Ratu mempunyai potensi besar penurunan biaya pembuatan *wood pellet*.
3. Untuk meningkatkan kalori biomassa bahan bakar berbasis kayu atau sampah dapat dilakukan proses torefaksi.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Thompson, Peteraf,Gamble,Strickland. Crafting & Executing Strategy : The quest for competitive advantage, concept and case, twentieth edition. McGraw-Hill Education, 2 Penn Plaza, New York, NY 10121.

Michael C, Ehrhardt, Eugene F, Brigham. Financial Management, thirteenth edition

David B Grant, Alexander Trautrims, Chee Yew Wong. Sustainable Logistics and Supply Chain Management, 2nd Edition, 2017

Sjaak van Loo and Jaap Koppejan. The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing.2008

Budiaman A, Pradata AA. 2013. Low impact felling distance and allowable number of felled trees in TPTI system. Journal of Tropical Forest Management. 19(3): 194□200. https://doi.org/ 10.7226/jtfm.19.3.194.

PLN, 2019. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2019-2028 Flemming, Frandsen. Anker, Degn Jensen. Peter, Arendt Jensen. "*Co-firing* of Coal with Biomass and Waste in Full-Scale Suspension-Fired *Boiler*s". Technical University of Denmark, 2012

Direktorat Jenderal EBTKE, PT PLN FGD Nasional Series Cofiring Biomassa pada PLTU, 2020

MSB KAJIKIT PLN Puslitbang Ketenagalistrikan, PT Indonesia Power. Analisa Uji Unjuk Kerja Cofiring Pellet Solid Recovered Fuel (SRF) di PLTU Jeranjang,2020

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BPPT, Outlook Energi Indonesi 2019.Dampak Peningkatan Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Terhadap Perekonomian Nasional. Jakarta : Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi (PPIPE) BPPT

Subramanian, P.M., "Plastics Recycling and Waste Management in the US. Resources, Conservation and Recycling" 253-263, 2000.

Novita, D,M., Damanhuri, E., "Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi Dan Karakteristik Sampah Perkotaan di Indonesia Dalam Konsep Waste To Energy"", Jurnal Teknik Lingkungan Volume 16 Nomor 2, Bandung, Oktober 2010

Gomez, Antonio., Zubizareta, "Potential and cost of electricity generation from human and animal waste in spain". ScienceDirect Journal, Februari 2010

Santosa, Sandra., Soemarno, "Peningkatan Nilai Kalor Produk pada Produk Proses Bio-drying Sampah Organik", Indonesian Green Technology Journal, E-ISSN.2338-1787, 2014

Legino, Supriadi, dkk," Formulasi Kualitas Pelet sebagai Feedstock Gasifier", Laporan Penelitian STT PLN untuk Indonesia Power, Klungkung, Juli 2018

Krizan, P., M. Matus, L. Soos, J. Kers, P. Peetsalu, U. Kask, and A. Menind. 2011. "Briquetting of municipal solid waste by different technologies in order to evaluate its quality and properties". Agronomy Research, Biosystem Engineering Special Issue 1: 115-123. 2011

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.15/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 Tentang Baku Mutu Emisi Pembangkit Listrik Tenaga Termal, 2019

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Paparan MEBI , 6 November 2020 Ketersediaan Pasokan Produksi dan Suplai Biomassa untuk Cofiring Biomassa pada PLTU

Paparan Perhutani, 6 November 2020 Keekonomian Harga Biomassa, Studi Kasus Pulau Jawa

Paparan Pusat Studi Energi Universitas Gadjah Mada, 4 September 2020 Implementasi Ekosistem Listrik Kerakyatan melalui Program Cofiring PLTU

Dr Arif Zulkifli Nasution. “Manajemen Pengelolaan Hutan Lestari atau Sustainable Forest Management” , Agustus 2013

Eko SB Setyawan “ Proses Produksi Wood Pellet dari Biomassa Kayu”,2014.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

LAMPIRAN

Lampiran I – Transkrip Wawancara dengan Narasumber

1. Profil Singkat Narasumber 1 (Bp Yudi Hidayat)

Nara sumber saat ini menjabat sebagai Manajer di Departement Research Innovation and Engineering (DEPRIE) kantor Pusat PT Indonesia Power. Saat ini beliau menangani kegiatan Riset Teknologi Pembangkit dan Energi Baru Terbarukan (EBT) di seluruh pembangakit yang dikelola PT Indonesia Power. Bergabung di PT Indonesia sejak tahun 2003 dan beliau mempunyai pengalaman yang panjang dalam bidang operasi serta engineering berbagai pembangkit listrik.

Wawancara ini untuk mengetahui strategi kegiatan cofiring PLTU berkelanjutan di pembangkit yang dikelola PT Indonesia Power. Hasil wawancara ini akan dijadikan masukan untuk menentukan strategi jangka panjang PT ADC dalam penyediaan biomassa yang berkelanjutan di PLTU PT Indonesia Power.

Tanya Jawab

1. Apakah maksud dan tujuan dilakukannya cofiring Biomassa di beberapa unit PLTU Batu Bara di PT Indonesaia Power

   Jawaban

   Maksud dilakukan cofiring biomassa dibeberapa unit PLTU Batu Bara adalah menggantikan sebagian bahan bakar fossil dengan bahan bakar terbarukan. Kegiatan ini mempunyai tujuan :

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

a. Meningkatkan bauran energi baru terbarukan

b. Memperbaiki emisi PLTU

c. Memanfaatkan sumberdaya yang selama ini masih berlaku sebagai limbah, baik dari limbah pertanian, hutan maupun sampah perkotaan

d. Menjadi solusi bagi permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia, khususnya untuk di sekitar wilayah kerja pembangkit

2. Kenapa biomassa berbasis kayu dan sampah yang dipilih sebagai bahan bakar cofiring PLTU Batu Bara di PT Indonesia Power

   Jawaban

   Setelah dilakukan preparasi, secara kualitas mendekati spesifikasi batubara dan kompatibel dengan peralatan pembangkit khususnya boiler. Selama ini masih berlaku sebagai limbah, sehingga dapat membuka peluang usaha baru bagi masyarakat

3. Bagaimana prospek pelaksanaan cofiring di PLTU yang dikelola PLN Grup mengingat PLN diharapkan sebagai off taker bahan bakar biomassa di PLTU.

   Jawaban

   Sampai dengan 5% cofiring, secara keseluruhan potensi biomassa masih di bawah kebutuhan pembangkit. Sehingga kepastian PLTU sebagai off taker terjamin.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Profil Singkat Narasumber 2 (Bp Melky Viktor Borsalino)

Nara sumber saat ini menjabat sebagai Manajer Unit PLTU Jeranjang PT Indonesia Power. Saat ini beliau merupakan orang nomor satu di PLTU Jeranjang yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan kegiatan PLTU Jeranjang.

Wawancara ini untuk mengetahui implementasi kegiatan cofiring PLTU berkelanjutan dengan biomassa berbasis sampah pada rasio cofiring 3%.

Tanya Jawab

1. Bagaimana pelaksanaan program cofiring biomassa berbasis sampah (SRF) yang telah dilakukan di PLTU Jeranjang (dampak terhadap unit)

   Jawaban :

   Pelaksanaan program cofiring berbasis sampah (SRF) yang telah dilakukan di PLTU Jeranjang dalam program JOSS (Jeranjang Olah Sampah Setempat) memberikan beberapa dampak bagi PLTU, diantaranya:

   a. Kualitas Flue Gas

      Adanya penurunanan Emisi Gas Rumah Kaca seperti NOx rata-rata turun 3,95%, SOx rata-rata turun 3,19%, CO2 rata-rata turun 1,1%, H2S rata-rata turun 14,1%

   b. NPHR dan Efisiensi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Nilai Heat Rate dan Efisiensi pada saat cofiring SRF-Batubara memberikan nilai yang stabil (jika dibandingkan saat penggunaan Batubara 100%)

c. Aliran Bahan Bakar dan Distribusi Temperatur

Aliran Bahan Bakar dan Distribusi Temperatur pada saat cofiring SRF-Batubara juga memberikan nilai yang stabil

2. Kendala apakah yang dihadapi PLTU Batu Bara dalam menerapkan program cofiring tersebut

Jawaban

Sampai saat ini, kendala yang kami hadapi adalah ketersediaan dari pasokan SRF. Kontinuitas pasokan untuk cofiring belum dapat dicukupi maksimal jika dibandingkan dengan kebutuhan unit. Kurang lebih PLTU Jeranjang, memerlukan 15 ton biomassa per unit untuk tiap harinya (PLTU Jeranjang memiliki 3 unit pembangkit) namun dari segi ketersediaan pasokan SRF belum mampu memenuhi dengan target tersebut.

3. Bagaimana dampak dari aspek sosial dan lingkungan terhadap pelaksanaan cofiring di PLTU Jeranjang

Jawaban

Dari segi dampak aspek sosial dan lingkungan, pelaksanaan cofiring di PLTU Jeranjang telah memberikan dampak diantaranya:

a. Penerapan cofiring per Februari sampa dengan September 2020 menjadi solusi pengelolaan sampah sehingga mampu mengurangi sampah sebesar 16,3 Ton

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

b. Program pengolahan sampah (Jeranjang Olah Sampah Setempat) telah melahirkan 1 mitra binaan kelompon dengan anggota 13 orang, yang masing-masing mampu mengolah sampah menjadi sumber energi SRF.
c. Dari segi lingkungan, pemanfaatan SRF dalam cofiring turut memperbaiki kualitas udara dengan mampu menurukan Emisi gas Rumah Kaca diantara: NOx rata-rata turun 3,95%, SOx rata-rata turun 3,19%, CO2 rata-rata turun 1,1%, H2S rata-rata turun 14,1%
d. Program JOSS juga diharapkan mampu mengubah mengubah cara pandang/mindset dan kebiasaan/habit bahwa sampah ternyata memiliki nilai ekonomis.

4. Profil Singkat Narasumber 2 (Bp Darwin Johanes)

Nara sumber saat ini menjabat sebagai Manajer Energi Primer Unit PLTU Suralaya 1-7 PT Indonesia Power. Saat ini beliau merupakan orang yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan energi primer di PLTU Suralaya 1-7

Wawancara ini untuk mengetahui implementasi kegiatan cofiring PLTU berkelanjutan dengan biomassa berbasis kayu di PLTU Batu Bara terbesar di Asia Tenggara tersebut.

Tanya Jawab

1. Bagaimana pelaksanaan program cofiring biomassa berbasis kayu yang telah dilakukan di PLTU Suralaya (dampak terhadap unit)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Jawaban :

Pelaksanaan cofiring telah dilakukan di Suralaya PGU yaitu di unit 1-4 dan unit 5-7 pada tanggal 15 Desember 2020 dengan campuran saw dust berkisar 1%, dari hasil pengamatan pengoperasian unit, tidak tidak terjadi kenaikan SFC yang significant. Untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih komprehensif, maka selanjutnya akan dilakukan pengujian secara kontinyu selama 1 bulan yaitu mulai tanggal 16 Desember 2020 – 14 Januari 2021 di unit 1-4.

2. Kendala apakah yang dihadapi PLTU Batu Bara dalam menerapkan program cofiring tersebut

   Jawaban :

   Kendala yang dihadapi Suralaya PGU dalam menerapkan program cofiring adalah penyediaan batubara sebagai campuran sawdust pada bulan Desember ini, karena adanya gangguan cuaca yang mengakibatkan kurang lancarnya penyandaran dan pembongkaran kapal dari dermaga yang diharapkan dapat menyediakan batubara sebagai campuran biomassa secara kontinyu.

   Selain dari gangguan cuaca, kendala yang dihadapi adalah penggunaan alat berat excavator sebagai alat pengaduk, dimana alat berat ini kurang optimal dalam melakukan pekerjaannya karena proses pengadukannya menghasilkan campuran yang masih kurang homogen antara batubara dan sawdust.

3. Bagaimana dampak sosial dan lingkungan terhadap pelaksanaan cofiring di PLTU Suralaya

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Jawaban

Dampak sosial yang terjadi hingga saat ini belum ada keluhan dari masyarakat sekitar akibat bermunculannya truk-truk pengangkut sawdust, karena jumlahnya masih sedikit yaitu sekitar 6-7 truk sehari untuk mengangkut sekitar 50 ton/hari.

Dampak lingkungan juga belum ada perubahan yang signifikan karena jumlah biomassa yang dicampur masih minim yaitu sekitar 1% saja dan dalam jangka waktu pembakaran maksimal hanya sekitar 2 jam dalam sehari.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran II- Model Pendanaan Produksi Jenis SRF

Invesment and Project Cash Flow
Jenis Biomassa RSF Kapasistas 30 Ton/Hari (TPD)

Skema ke-1

ASUMSI			
Kapasitas		100	ton/day
Operating Hours (OH)		8	Jam/hari
		2.240	Jam/tahun
Capacity Factor (CF)		25,6	%
Masa Penyusutan		15	Tahun
O&M Cost		314.492	Rp/ton
Produksi SRF	40,00%	5,0	Ton/jam
		40,0	Ton/hari
		11.200	Ton/tahun
Harga SRF		529.169	Rp/ton
KOMPOSISI STRUKTUR PERMODALAN			
Equitas (Equity)		100	%
Discount Factor		10	%
Inflasi		3,0	%
PPH Badan		25	%
Kurs		14.500	IDR/USD
CASH OUT			
Investasi		28.232.814.000	
O&M per Tahun		3.522.315.693	
CASH IN		**5.926.691.617**	
Penjualan SRF		5.926.691.617	Rp/Tahun
Kontribusi Pemda		-	
Financial Indicator			
Net Present Value (NPV)		**(8.500.641.581)**	**Rupiah**
Project IRR		**4,6**	**%**
Equity IRR		**4,6**	**%**
Payback Periode		**11,0**	**tahun**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Skema ke-1 (1/2)

SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	1	2	3	4	5	6	7
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Investasi awal (Rp)	-28.232.814.000							
EXPENSE		**-3.522.315.693**	**-3.627.985.164**	**-3.736.824.719**	**-3.848.929.461**	**-3.964.397.345**	**-4.083.329.265**	**-4.205.829.143**
Biaya O&M (Rp)		-3.522.315.693	-3.627.985.164	-3.736.824.719	-3.848.929.461	-3.964.397.345	-4.083.329.265	-4.205.829.143
REVENUE		**5.926.691.617**	**6.104.492.366**	**6.287.627.137**	**6.476.255.951**	**6.670.543.629**	**6.870.659.938**	**7.076.779.736**
Penjualan SRF		5.926.691.617	6.104.492.366	6.287.627.137	6.476.255.951	6.670.543.629	6.870.659.938	7.076.779.736
OPERATING PROFIT / EBIDA / EBT (Rp)		**2.404.375.924**	**2.476.507.201**	**2.550.802.417**	**2.627.326.490**	**2.706.146.285**	**2.787.330.673**	**2.870.950.593**
Penyusutan (Rp)	-28.232.814.000	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600
Bunga Pinjaman [Debt] (Rp)		0	0	0	0	0	0	0
PENGHASILAN KENA PAJAK (Rp)		**522.188.324**	**594.319.601**	**668.614.817**	**745.138.890**	**823.958.685**	**905.143.073**	**988.762.993**
PPH Badan (Rp)		-130.547.081	-148.579.900	-167.153.704	-186.284.722	-205.989.671	-226.285.768	-247.190.748
EAT / NET PROFIT (FREE CASH FLOW)	**-28.232.814.000**	**2.273.828.843**	**2.327.927.301**	**2.383.648.713**	**2.441.041.767**	**2.500.156.613**	**2.561.044.905**	**2.623.759.845**
Pokok Pinjaman [Debt] (Rp)	0	0	0	0	0	0	0	0
Bunga Pinjaman [SHL] (Rp)		-	-	-	-	-	-	-
Pokok Pinjaman [SHL] (Rp)		-	-	-	-	-	-	-
DSCR (Debt Service Coverage Ratio)		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,00	0,00
EQUITY CASH FLOW	**-28.232.814.000**	**2.273.828.843**	**2.327.927.301**	**2.383.648.713**	**2.441.041.767**	**2.500.156.613**	**2.561.044.905**	**2.623.759.845**
Payback Periode		-25.958.985.157	-23.631.057.856	-21.247.409.143	-18.806.367.376	-16.306.210.763	-13.745.165.858	-11.121.406.013
Discount Factor		0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132
Discounted Cash in Inflow		2.067.117.130	1.923.906.860	1.790.870.558	1.667.264.372	1.552.400.552	1.445.643.082	1.346.403.665
Discounted Payback Period		-26.165.696.870	-24.241.790.010	-22.450.919.452	-20.783.655.079	-19.231.254.527	-17.785.611.445	-16.439.207.780
		-	-	-	-	-	-	-

Present Value dari Cash Out Flow	**-28.232.814.000**
Present Value dari Cash In Flow	**19.732.172.419**
Net Present Value (NPV)	**-8.500.641.581**
Project IRR	**4,6%**
Equity IRR	**4,6%**
Payback Period Tahun ke-	**11,0**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Skema ke-1 (2/2)

SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	8	9	10	11	12	13	14	15
		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Investasi awal (Rp)	-28.232.814.000								
EXPENSE		**-4.332.004.017**	**-4.461.964.138**	**-4.595.823.062**	**-4.733.697.754**	**-4.875.708.686**	**-5.021.979.947**	**-5.172.639.345**	**-5.327.818.526**
Biaya O&M (Rp)		-4.332.004.017	-4.461.964.138	-4.595.823.062	-4.733.697.754	-4.875.708.686	-5.021.979.947	-5.172.639.345	-5.327.818.526
REVENUE		**7.289.083.128**	**7.507.755.622**	**7.732.988.291**	**7.964.977.940**	**8.203.927.278**	**8.450.045.096**	**8.703.546.449**	**8.964.652.842**
Penjualan SRF		7.289.083.128	7.507.755.622	7.732.988.291	7.964.977.940	8.203.927.278	8.450.045.096	8.703.546.449	8.964.652.842
OPERATING PROFIT / EBIDA / EBT (Rp)		**2.957.079.111**	**3.045.791.484**	**3.137.165.229**	**3.231.280.186**	**3.328.218.591**	**3.428.065.149**	**3.530.907.104**	**3.636.834.317**
Penyusutan (Rp)	-28.232.814.000	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600
Bunga Pinjaman [Debt] (Rp)		0	0	0	0	0	0	0	0
PENGHASILAN KENA PAJAK (Rp)		**1.074.891.511**	**1.163.603.884**	**1.254.977.629**	**1.349.092.586**	**1.446.030.991**	**1.545.877.549**	**1.648.719.504**	**1.754.646.717**
PPH Badan (Rp)		-268.722.878	-290.900.971	-313.744.407	-337.273.146	-361.507.748	-386.469.387	-412.179.876	-438.661.679
EAT / NET PROFIT (FREE CASH FLOW)	**-28.232.814.000**	**2.688.356.233**	**2.754.890.513**	**2.823.420.822**	**2.894.007.039**	**2.966.710.844**	**3.041.595.762**	**3.118.727.228**	**3.198.172.638**
Pokok Pinjaman [Debt] (Rp)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bunga Pinjaman [SHL] (Rp)		-	-	-	-	-	-	-	-
Pokok Pinjaman [SHL] (Rp)		-	-	-	-	-	-	-	-
DSCR (Debt Service Coverage Ratio)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EQUITY CASH FLOW	**-28.232.814.000**	**2.688.356.233**	**2.754.890.513**	**2.823.420.822**	**2.894.007.039**	**2.966.710.844**	**3.041.595.762**	**3.118.727.228**	**3.198.172.638**
Payback Periode		-8.433.049.779	-5.678.159.266	-2.854.738.444	39.268.595	3.005.979.439	6.047.575.200	9.166.302.428	12.364.475.066
Discount Factor		0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	0,2897	0,2633	0,2394
Discounted Cash in Inflow		1.254.138.023	1.168.342.506	1.088.550.951	1.014.331.812	945.285.502	881.041.950	821.258.353	765.617.102
Discounted Payback Period		-15.185.069.757	-14.016.727.251	-12.928.176.300	-11.913.844.488	-10.968.558.986	-10.087.517.036	-9.266.258.683	-8.500.641.581
		-	-	-	0,986431064	0,013236408	0,988290251	1,939116428	2,866106201

Present Value dari Cash Out Flow	**-28.232.814.000**
Present Value dari Cash In Flow	**19.732.172.419**
Net Present Value (NPV)	**-8.500.641.581**
Project IRR	**4,6%**
Equity IRR	**4,6%**
Payback Period Tahun ke-	**11,0**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Invesment and Project Cash Flow
Jenis Biomassa RSF Kapasistas 30 Ton/Hari (TPD)
Skema ke-2

ASUMSI			
Kapasitas		100	ton/day
Operating Hours (OH)		8	Jam/hari
		2.240	Jam/tahun
Capacity Factor (CF)		25,6	%
Masa Penyusutan		15	Tahun
O&M Cost		314.492	Rp/ton
Produksi SRF	40,00%	5,0	Ton/jam
		40,0	Ton/hari
		11.200	Ton/tahun
Harga SRF		529.169	Rp/ton
KOMPOSISI STRUKTUR PERMODALAN			
Equitas (Equity)		100	%
Discount Factor		10	%
Inflasi		3,0	%
PPH Badan		25	%
Kurs		14.500	IDR/USD
CASH OUT			
Investasi		29.882.814.000	
O&M per Tahun		3.522.315.693	
CASH IN			
Penjualan SRF		5.926.691.617	Rp/Tahun
Financial Indicator			
Net Present Value (NPV)		**(9.941.474.394,76)**	**Rupiah**
Project IRR		**4,0**	**%**
Equity IRR		**4,0**	**%**
Payback Periode		**11,4**	**tahun**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Skema ke-2 (1/2)

SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	1	2	3	4	5	6	7
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Investasi awal (Ribu Rp)	-29.882.814.000							
EXPENSE		**-3.522.315.693**	**-3.627.985.164**	**-3.736.824.719**	**-3.848.929.461**	**-3.964.397.345**	**-4.083.329.265**	**-4.205.829.143**
Biaya O&M (Ribu Rp)		-3.522.315.693	-3.627.985.164	-3.736.824.719	-3.848.929.461	-3.964.397.345	-4.083.329.265	-4.205.829.143
REVENUE		**5.926.691.617**	**6.104.492.366**	**6.287.627.137**	**6.476.255.951**	**6.670.543.629**	**6.870.659.938**	**7.076.779.736**
Penjualan SRF		5.926.691.617	6.104.492.366	6.287.627.137	6.476.255.951	6.670.543.629	6.870.659.938	7.076.779.736
OPERATING PROFIT / EBIDA / EBT (Rp)		**2.404.375.924**	**2.476.507.201**	**2.550.802.417**	**2.627.326.490**	**2.706.146.285**	**2.787.330.673**	**2.870.950.593**
Penyusutan (Ribu Rp)	-29.882.814.000	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600
PENGHASILAN KENA PAJAK (Rp)		**412.188.324**	**484.319.601**	**558.614.817**	**635.138.890**	**713.958.685**	**795.143.073**	**878.762.993**
PPH Badan (Ribu Rp)		-103.047.081	-121.079.900	-139.653.704	-158.784.722	-178.489.671	-198.785.768	-219.690.748
EAT / NET PROFIT (FREE CASH FLOW)	**-29.882.814.000**	**2.301.328.843**	**2.355.427.301**	**2.411.148.713**	**2.468.541.767**	**2.527.656.613**	**2.588.544.905**	**2.651.259.845**
EQUITY CASH FLOW (Ribu Rp)	**-29.882.814.000**	**2.301.328.843**	**2.355.427.301**	**2.411.148.713**	**2.468.541.767**	**2.527.656.613**	**2.588.544.905**	**2.651.259.845**
Payback Periode		-27.581.485.157	-25.226.057.856	-22.814.909.143	-20.346.367.376	-17.818.710.763	-15.230.165.858	-12.578.906.013
Discount Factor		0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132
Discounted Cash in Inflow		2.092.117.130	1.946.634.133	1.811.531.715	1.686.047.242	1.569.475.889	1.461.166.116	1.360.515.513
Discounted Payback Period		-27.790.696.870	-25.844.062.737	-24.032.531.022	-22.346.483.780	-20.777.007.891	-19.315.841.776	-17.955.326.263

Present Value dari Cash Out Flow	**-29.882.814.000**
Present Value dari Cash In Flow	**19.941.339.605**
Net Present Value (NPV)	**-9.941.474.395**
Project IRR	**4,0%**
Equity IRR	**4,0%**
Payback Period Tahun ke-	**11,4**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Skema ke-2 (2/2)

SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	8	9	10	11	12	13	14	15
		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Investasi awal (Ribu Rp)	-29.882.814.000								
EXPENSE		**-4.332.004.017**	**-4.461.964.138**	**-4.595.823.062**	**-4.733.697.754**	**-4.875.708.686**	**-5.021.979.947**	**-5.172.639.345**	**-5.327.818.526**
Biaya O&M (Ribu Rp)		-4.332.004.017	-4.461.964.138	-4.595.823.062	-4.733.697.754	-4.875.708.686	-5.021.979.947	-5.172.639.345	-5.327.818.526
REVENUE		**7.289.083.128**	**7.507.755.622**	**7.732.988.291**	**7.964.977.940**	**8.203.927.278**	**8.450.045.096**	**8.703.546.449**	**8.964.652.842**
Penjualan SRF		7.289.083.128	7.507.755.622	7.732.988.291	7.964.977.940	8.203.927.278	8.450.045.096	8.703.546.449	8.964.652.842
OPERATING PROFIT / EBIDA / EBT (Rp)		**2.957.079.111**	**3.045.791.484**	**3.137.165.229**	**3.231.280.186**	**3.328.218.591**	**3.428.065.149**	**3.530.907.104**	**3.636.834.317**
Penyusutan (Ribu Rp)	-29.882.814.000	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600	-1.992.187.600
PENGHASILAN KENA PAJAK (Rp)		**964.891.511**	**1.053.603.884**	**1.144.977.629**	**1.239.092.586**	**1.336.030.991**	**1.435.877.549**	**1.538.719.504**	**1.644.646.717**
PPH Badan (Ribu Rp)		-241.222.878	-263.400.971	-286.244.407	-309.773.146	-334.007.748	-358.969.387	-384.679.876	-411.161.679
EAT / NET PROFIT (FREE CASH FLOW)	**-29.882.814.000**	**2.715.856.233**	**2.782.390.513**	**2.850.920.822**	**2.921.507.039**	**2.994.210.844**	**3.069.095.762**	**3.146.227.228**	**3.225.672.638**
EQUITY CASH FLOW (Ribu Rp)	**-29.882.814.000**	**2.715.856.233**	**2.782.390.513**	**2.850.920.822**	**2.921.507.039**	**2.994.210.844**	**3.069.095.762**	**3.146.227.228**	**3.225.672.638**
Payback Periode		-9.863.049.779	-7.080.659.266	-4.229.738.444	-1.308.231.405	1.685.979.439	4.755.075.200	7.901.302.428	11.126.975.066
Discount Factor		0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	0,2897	0,2633	0,2394
Discounted Cash in Inflow		1.266.966.976	1.180.005.190	1.099.153.392	1.023.970.395	954.047.849	889.007.720	828.499.962	772.200.383
Discounted Payback Period		-16.688.359.286	-15.508.354.096	-14.409.200.705	-13.385.230.310	-12.431.182.460	-11.542.174.740	-10.713.674.778	-9.941.474.395
		-	-	-	-	0,436920268	0,549340773	1,511357844	2,449505364

Present Value dari Cash Out Flow	**-29.882.814.000**
Present Value dari Cash In Flow	**19.941.339.605**
Net Present Value (NPV)	**-9.941.474.395**
Project IRR	**4,0%**
Equity IRR	**4,0%**
Payback Period Tahun ke-	**11,4**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Invesment and Project Cash Flow
Jenis Biomassa RSF Kapasistas 30 Ton/Hari (TPD)

Skema ke-3

ASUMSI			
Kapasitas		100	ton/day
Operating Hours (OH)		8	Jam/hari
		2.240	Jam/tahun
Capacity Factor (CF)		25,6	%
Masa Penyusutan		15	Tahun
O&M Cost		314.492	Rp/ton
Produksi SRF	40,00%	5,0	Ton/jam
		40,0	Ton/hari
		11.200	Ton/tahun
Harga SRF		529.169	Rp/ton
KOMPOSISI STRUKTUR PERMODALAN			
Equitas (Equity)		100	%
Discount Factor		10	%
Inflasi		3,0	%
PPH Badan		25	%
Kurs		14.500	IDR/USD
CASH OUT			
Investasi		28.232.814.000	
O&M per Tahun		3.522.315.693	
CASH IN		**8.245.977.823**	
Penjualan SRF		5.926.691.617	Rp/Tahun
Kontribusi Pemda		2.319.286.206	
Financial Indicator			
Net Present Value (NPV)		**7.080.861.239**	**Rupiah**
Project IRR		**13,9**	**%**
Equity IRR		**13,9**	**%**
Payback Periode		**6,5**	**tahun**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Skema ke-3 (1/2)

SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	1	2	3	4	5	6	7
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Investasi awal (Ribu Rp)	-28.232.814.000							
EXPENSE		**-3.522.315.693**	**-3.627.985.164**	**-3.736.824.719**	**-3.848.929.461**	**-3.964.397.345**	**-4.083.329.265**	**-4.205.829.143**
Biaya O&M (Ribu Rp)		-3.522.315.693	-3.627.985.164	-3.736.824.719	-3.848.929.461	-3.964.397.345	-4.083.329.265	-4.205.829.143
REVENUE		**8.245.977.823**	**8.493.357.157**	**8.748.157.872**	**9.010.602.608**	**9.280.920.687**	**9.559.348.307**	**9.846.128.756**
Penjualan SRF		8.245.977.823	8.493.357.157	8.748.157.872	9.010.602.608	9.280.920.687	9.559.348.307	9.846.128.756
OPERATING PROFIT / EBIDA / EBT (Rp)		**4.723.662.129**	**4.865.371.993**	**5.011.333.153**	**5.161.673.148**	**5.316.523.342**	**5.476.019.042**	**5.640.299.614**
Penyusutan (Ribu Rp)	-28.232.814.000	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600
Bunga Pinjaman [Debt] (Ribu Rp)		0	0	0	0	0	0	0
PENGHASILAN KENA PAJAK (Rp)		**2.841.474.529**	**2.983.184.393**	**3.129.145.553**	**3.279.485.548**	**3.434.335.742**	**3.593.831.442**	**3.758.112.014**
PPH Badan (Ribu Rp)		-710.368.632	-745.796.098	-782.286.388	-819.871.387	-858.583.935	-898.457.861	-939.528.003
EAT / NET PROFIT (FREE CASH FLOW)	**-28.232.814.000**	**4.013.293.497**	**4.119.575.895**	**4.229.046.765**	**4.341.801.761**	**4.457.939.406**	**4.577.561.182**	**4.700.771.610**
EQUITY CASH FLOW (Ribu Rp)	**-28.232.814.000**	**4.013.293.497**	**4.119.575.895**	**4.229.046.765**	**4.341.801.761**	**4.457.939.406**	**4.577.561.182**	**4.700.771.610**
Payback Periode		-24.219.520.503	-20.099.944.608	-15.870.897.843	-11.529.096.083	-7.071.156.676	-2.493.595.495	2.207.176.116
Discount Factor		0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132
Discounted Cash in Inflow		3.648.448.634	3.404.608.178	3.177.345.428	2.965.509.023	2.768.029.634	2.583.913.950	2.412.239.114
Discounted Payback Period		-24.584.365.366	-21.179.757.189	-18.002.411.761	-15.036.902.738	-12.268.873.103	-9.684.959.153	-7.272.720.039
		-	-	-	-	-	-	0,530465145

Present Value dari Cash Out Flow	**-28.232.814.000**
Present Value dari Cash In Flow	**35.313.675.239**
Net Present Value (NPV)	**7.080.861.239**
Project IRR	**13,9%**
Equity IRR	**13,9%**
Payback Period Tahun ke-	**6,5**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Skema ke-3 (2/2)

SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	8	9	10	11	12	13	14	15
		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Investasi awal (Ribu Rp)	-28.232.814.000								
EXPENSE		**-4.332.004.017**	**-4.461.964.138**	**-4.595.823.062**	**-4.733.697.754**	**-4.875.708.686**	**-5.021.979.947**	**-5.172.639.345**	**-5.327.818.526**
Biaya O&M (Ribu Rp)		-4.332.004.017	-4.461.964.138	-4.595.823.062	-4.733.697.754	-4.875.708.686	-5.021.979.947	-5.172.639.345	-5.327.818.526
REVENUE		**10.141.512.619**	**10.445.757.998**	**10.759.130.738**	**11.081.904.660**	**11.414.361.800**	**11.756.792.654**	**12.109.496.433**	**12.472.781.326**
Penjualan SRF		10.141.512.619	10.445.757.998	10.759.130.738	11.081.904.660	11.414.361.800	11.756.792.654	12.109.496.433	12.472.781.326
OPERATING PROFIT / EBIDA / EBT (Rp)		**5.809.508.602**	**5.983.793.860**	**6.163.307.676**	**6.348.206.906**	**6.538.653.113**	**6.734.812.707**	**6.936.857.088**	**7.144.962.800**
Penyusutan (Ribu Rp)	-28.232.814.000	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600
Bunga Pinjaman [Debt] (Ribu Rp)		0	0	0	0	0	0	0	0
PENGHASILAN KENA PAJAK (Rp)		**3.927.321.002**	**4.101.606.260**	**4.281.120.076**	**4.466.019.306**	**4.656.465.513**	**4.852.625.107**	**5.054.669.488**	**5.262.775.200**
PPH Badan (Ribu Rp)		-981.830.250	-1.025.401.565	-1.070.280.019	-1.116.504.827	-1.164.116.378	-1.213.156.277	-1.263.667.372	-1.315.693.800
EAT / NET PROFIT (FREE CASH FLOW)	**-28.232.814.000**	**4.827.678.351**	**4.958.392.295**	**5.093.027.657**	**5.231.702.080**	**5.374.536.735**	**5.521.656.430**	**5.673.189.716**	**5.829.269.000**
EQUITY CASH FLOW (Ribu Rp)	**-28.232.814.000**	**4.827.678.351**	**4.958.392.295**	**5.093.027.657**	**5.231.702.080**	**5.374.536.735**	**5.521.656.430**	**5.673.189.716**	**5.829.269.000**
Payback Periode		7.034.854.467	11.993.246.762	17.086.274.419	22.317.976.498	27.692.513.233	33.214.169.663	38.887.359.379	44.716.628.379
Discount Factor		0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	0,2897	0,2633	0,2394
Discounted Cash in Inflow		2.252.147.580	2.102.842.363	1.963.582.636	1.833.679.663	1.712.493.035	1.599.427.185	1.493.928.164	1.395.480.652
Discounted Payback Period		-5.020.572.459	-2.917.730.096	-954.147.460	879.532.203	2.592.025.238	4.191.452.422	5.685.380.586	7.080.861.239
		0,45719204	1,418777307	2,35483637	3,2659112	4,152539577	5,015254677	5,854584692	6,671052473

Present Value dari Cash Out Flow	**-28.232.814.000**
Present Value dari Cash In Flow	**35.313.675.239**
Net Present Value (NPV)	**7.080.861.239**
Project IRR	**13,9%**
Equity IRR	**13,9%**
Payback Period Tahun ke-	**6,5**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Invesment and Project Cash Flow
Jenis Biomassa RSF Kapasistas 30 Ton/Hari (TPD)
Skema ke-4

ASUMSI			
Kapasitas		100	ton/day
Operating Hours (OH)		8	Jam/hari
		2.240	Jam/tahun
Capacity Factor (CF)		25,6	%
Masa Penyusutan		15	Tahun
O&M Cost		314.492	Rp/ton
Produksi SRF	40,00%	5,0	Ton/jam
		40,0	Ton/hari
		11.200	Ton/tahun
Harga SRF		642.500	Rp/ton
KOMPOSISI STRUKTUR PERMODALAN			
Equitas (Equity)		100	%
Discount Factor		10	%
Inflasi		3,0	%
Biaya O & M (B, D)		0	USD/kWh
PPH Badan		25	%
Kurs		14.500	IDR/USD
CASH OUT			
Investasi		28.232.814.000	
O&M per Tahun		3.522.315.693	
CASH IN		**7.196.000.000**	
Penjualan SRF		7.196.000.000	Rp/Tahun
Financial Indicator			
Net Present Value (NPV)		**26.866.623**	**Rupiah**
Project IRR		**10,0**	**%**
Equity IRR		**10,0**	**%**
Payback Periode		**8,0**	**tahun**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Skema ke-4 (1/2)

SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	1	2	3	4	5	6	7
SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	8	9	10	11	12	13	14	15
		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Investasi awal (Ribu Rp)	-28.232.814.000								
EXPENSE		**-4.332.004.017**	**-4.461.964.138**	**-4.595.823.062**	**-4.733.697.754**	**-4.875.708.686**	**-5.021.979.947**	**-5.172.639.345**	**-5.327.818.526**
Biaya O&M (Ribu Rp)		-4.332.004.017	-4.461.964.138	-4.595.823.062	-4.733.697.754	-4.875.708.686	-5.021.979.947	-5.172.639.345	-5.327.818.526
REVENUE		**8.850.172.336**	**9.115.677.506**	**9.389.147.831**	**9.670.822.266**	**9.960.946.934**	**10.259.775.342**	**10.567.568.602**	**10.884.595.660**
Penjualan SRF		8.850.172.336	9.115.677.506	9.389.147.831	9.670.822.266	9.960.946.934	10.259.775.342	10.567.568.602	10.884.595.660
OPERATING PROFIT / EBIDA / EBT (Rp)		**4.518.168.318**	**4.653.713.368**	**4.793.324.769**	**4.937.124.512**	**5.085.238.247**	**5.237.795.395**	**5.394.929.257**	**5.556.777.134**
Penyusutan (Ribu Rp)	-28.232.814.000	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600
Bunga Pinjaman [Debt] (Ribu Rp)		0	0	0	0	0	0	0	0
PENGHASILAN KENA PAJAK (Rp)		**2.635.980.718**	**2.771.525.768**	**2.911.137.169**	**3.054.936.912**	**3.203.050.647**	**3.355.607.795**	**3.512.741.657**	**3.674.589.534**
PPH Badan (Ribu Rp)		-658.995.180	-692.881.442	-727.784.292	-763.734.228	-800.762.662	-838.901.949	-878.185.414	-918.647.384
EAT / NET PROFIT (FREE CASH FLOW)	**-28.232.814.000**	**3.859.173.139**	**3.960.831.926**	**4.065.540.477**	**4.173.390.284**	**4.284.475.586**	**4.398.893.446**	**4.516.743.843**	**4.638.129.751**
EQUITY CASH FLOW (Ribu Rp)	**-28.232.814.000**	**3.859.173.139**	**3.960.831.926**	**4.065.540.477**	**4.173.390.284**	**4.284.475.586**	**4.398.893.446**	**4.516.743.843**	**4.638.129.751**
Payback Periode		32.287.736	3.993.119.662	8.058.660.139	12.232.050.423	16.516.526.008	20.915.419.455	25.432.163.297	30.070.293.048
Discount Factor		0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	0,2897	0,2633	0,2394
Discounted Cash in Inflow		1.800.332.751	1.679.779.387	1.567.441.849	1.462.747.835	1.365.165.959	1.274.202.742	1.189.399.821	1.110.331.386
Discounted Payback Period		-9.622.202.355	-7.942.422.969	-6.374.981.120	-4.912.233.285	-3.547.067.326	-2.272.864.584	-1.083.464.763	26.866.623
		0,991633509	0,008151756	0,98218667	1,930962501	2,854970271	3,754700179	4,630641051	5,483279827

Present Value dari Cash Out Flow	**-28.232.814.000**	
Present Value dari Cash In Flow	**28.259.680.623**	
Net Present Value (NPV)	**26.866.623**	
Project IRR	**10,0%**	
Equity IRR	**10,0%**	
Payback Period Tahun ke-	**8,0**	
Payback Period Tahun ke-		**8,0**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Skema ke-4 (2/2)

SRF GULUDAN 30 TPD	Tahun	8	9	10	11	12	13	14	15
		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Investasi awal (Ribu Rp)	-28.232.814.000								
EXPENSE		**-4.332.004.017**	**-4.461.964.138**	**-4.595.823.062**	**-4.733.697.754**	**-4.875.708.686**	**-5.021.979.947**	**-5.172.639.345**	**-5.327.818.526**
Biaya O&M (Ribu Rp)		-4.332.004.017	-4.461.964.138	-4.595.823.062	-4.733.697.754	-4.875.708.686	-5.021.979.947	-5.172.639.345	-5.327.818.526
REVENUE		**8.850.172.336**	**9.115.677.506**	**9.389.147.831**	**9.670.822.266**	**9.960.946.934**	**10.259.775.342**	**10.567.568.602**	**10.884.595.660**
Penjualan SRF		8.850.172.336	9.115.677.506	9.389.147.831	9.670.822.266	9.960.946.934	10.259.775.342	10.567.568.602	10.884.595.660
OPERATING PROFIT / EBIDA / EBT (Rp)		**4.518.168.318**	**4.653.713.368**	**4.793.324.769**	**4.937.124.512**	**5.085.238.247**	**5.237.795.395**	**5.394.929.257**	**5.556.777.134**
Penyusutan (Ribu Rp)	-28.232.814.000	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600	-1.882.187.600
Bunga Pinjaman [Debt] (Ribu Rp)		0	0	0	0	0	0	0	0
PENGHASILAN KENA PAJAK (Rp)		**2.635.980.718**	**2.771.525.768**	**2.911.137.169**	**3.054.936.912**	**3.203.050.647**	**3.355.607.795**	**3.512.741.657**	**3.674.589.534**
PPH Badan (Ribu Rp)		-658.995.180	-692.881.442	-727.784.292	-763.734.228	-800.762.662	-838.901.949	-878.185.414	-918.647.384
EAT / NET PROFIT (FREE CASH FLOW)	**-28.232.814.000**	**3.859.173.139**	**3.960.831.926**	**4.065.540.477**	**4.173.390.284**	**4.284.475.586**	**4.398.893.446**	**4.516.743.843**	**4.638.129.751**
EQUITY CASH FLOW (Ribu Rp)	**-28.232.814.000**	**3.859.173.139**	**3.960.831.926**	**4.065.540.477**	**4.173.390.284**	**4.284.475.586**	**4.398.893.446**	**4.516.743.843**	**4.638.129.751**
Payback Periode		32.287.736	3.993.119.662	8.058.660.139	12.232.050.423	16.516.526.008	20.915.419.455	25.432.163.297	30.070.293.048
Discount Factor		0,4665	0,4241	0,3855	0,3505	0,3186	0,2897	0,2633	0,2394
Discounted Cash in Inflow		1.800.332.751	1.679.779.387	1.567.441.849	1.462.747.835	1.365.165.959	1.274.202.742	1.189.399.821	1.110.331.386
Discounted Payback Period		-9.622.202.355	-7.942.422.969	-6.374.981.120	-4.912.233.285	-3.547.067.326	-2.272.864.584	-1.083.464.763	26.866.623
		0,991633509	0,008151756	0,98218667	1,930962501	2,854970271	3,754700179	4,630641051	5,483279827

Present Value dari Cash Out Flow	**-28.232.814.000**
Present Value dari Cash In Flow	**28.259.680.623**
Net Present Value (NPV)	**26.866.623**
Project IRR	**10,0%**
Equity IRR	**10,0%**
Payback Period Tahun ke-	**8,0**

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
STRATEGI PASOKAN BIOMASSA BERKELANJUTAN SEBAGAI BAHAN BAKAR COFIRING DI PLTU BATU BARA PADA PT ADC
ANDI AGUNG BAWONO, B.M Purwanto, M.B.A.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran III- Matrik Data Dalam Penelitian

Data Variabel	Sumber Data	Cara Mendapatkan Data	Keterangan
Cadangan energi Indonesia	Data sekunder	Hasil laporan Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi (PPIPE) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)	Indonesia Energi Outlook 2019, Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi (PPIPE) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Analisis faktor internal & ekternal	Data primer	FGD (Zoom Meeting) Pembahasan RJPP PT Artha Daya Coalindo (ADC) Tgl 02 September, 09 ,20 Oktober 2020 dan 21 Desember 2020	Pembahasan roll over RJPP PT ADC tahun 2021-2025
Potensi biomassa berbasis kayu dan sampah	Data primer & sekunder	FGD Nasional Cofiring Biomassa pad PLTU Seri 4, 6 November 2020	Potensi dan kesiapan pasokan bahan baku cofiring PLTU (Pusat Studi Energi UGM)
Kebutuhan energi PLTU matrik prioritas pertama	Data sekunder	Data Divisi Energi Primer PT Indonesia Power	Perencanan energi PT Indonesia Power tahun 2020-2024
Analisis harga biomassa dari hutan tanaman	Data primer & sekunder	FGD Nasional Cofiring Biomassa pada PLTU Seri 4 , 6 November 2020	Analisis harga biomassa menurut Perhutani dan MEBI
Analistis faktor external	Data primer	Wawancara dengan Kantor Pusat PT Indonesia Power (Group of Research, Inovation & Knowledge Management)	Cofiring Biomassa berbasis kayu dan sampah PLTU Batu Bara (Bp. Yudi Hidayat)
Analisis faktor external	Data primer	Wawancara dengan PLTU Jeranjang OMU PT Indonesia Power (Manager Unit)	Dampak cofiring biomassa berbasis sampah PLTU Jeranjang OMU (Bp. MelkyVictor Borsalino)
Analisis lingkungan (Uji cofiring)	Data sekunder	Laporan uji unjuk kerjas cofiring pellet SRF di PLTU Jeranjang 2020	MSB KAJIKIT PLN Puslitbang Ketenagalistrikan dan PT Indonesia Power.
Analisis dampak sosial (Transportasi)	Data sekunder	Laporan pengadaan biomassa cofiring di PLTU Suralaya 1-7 2020	Site Manajer PT ADC PLTU Suralaya -17 (Bp Sukarman)
Analisis dampak sosial (Pengembangan hutan tanaman energi)	Data primer	FGD Nasional Cofiring Biomassa PLTU Seri 3(Dukungan kebijakan KLHK terhadap program cofiring biomassa pada PLTU), 22 Oktober 2020	Dit Usaha Hutan Produksi KLHK (Bp. C. Hendro Widjanarko)
Potensi wood pellet dan sawdust (existing)	Data sekunder	Laporan survey dan pengadaan PT ADC	Perencanaan pengadaan biomassa PT ADC 2020