

SOSIALISASI PENERAPAN AGROFORESTRY DI BAPEDA PACITAN SEBAGAI PEMENUHAN CO-FIRING PLTU

Kiki Darmawan¹
Luchyto Chandra Permadi²
Ratna Fajarwati Meditama³
Bella Cornelia Tjiptady⁴
Faisol Khoufi Asshidiqi⁵
Mojibur Rohman⁶
Muhammad Ana Zamzami⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Universitas Islam Raden Rahmat

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 4 Desember 2024

Revised : 3 Januari 2025

Accepted : 8 Januari 2025

Key words:

Co-firing, Biomass, Agroforestry.

DOI: 10.62335

ABSTRACT

The Paris Agreement is a monumental global agreement to deal with climate change, one of the efforts to reduce the global climate through co-firing, co-firing is a program to accelerate emission reduction at PLTUs throughout Indonesia, with biomass as a substitute for coal, in the implementation of the co-firing program there are biomass stock constraints at the Pacitan PLTU, the problem of biomass stock requirements requires collaboration with BAPEDA Pacitan. Socialization of the application of biomass land as fuel for the PLTU by implementing an alley planting system with 5% usage from the area of the community forest, it produces 194,320 tons of biomass with an economic value of IDR 389,210,323,370.40, from this socialization it can improve the economy of Pacitan

ABSTRAK

Paris Agreement merupakan kesepakatan global yang monumental untuk menghadapi perubahan iklim, salah satu upaya menurunkan iklim global melalui co-firing, co-firing merupakan program percepatan pengurangan emisi pada PLTU di seluruh Indonesia, dengan biomassa sebagai substitusi batubara, dalam pelaksanaan program co-firing terdapat kendala stok biomassa di PLTU Pacitan, dari permasalahan kebutuhan stok biomassa memerlukan kerjasama dengan pihak BAPEDA pacitan. Sosialisasi penerapan lahan biomassa sebagai bahabakar PLTU dengan menerapkan sistem pertanaman lorong dengan penggunaan 5% dari luas hutan rakyat menghasilkan 194.320 ton biomassa dengan nilai keekonomian Rp 389.210.323.370,40, dari sosialisasi ini dapat menaikkan perekonomian pacitan

PENDAHULUAN

Salah satu perjanjian internasional yang penting untuk mengatasi perubahan iklim adalah perjanjian Paris. Sesuai dengan Perjanjian Paris, Indonesia telah berjanji untuk mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 29% pada tahun 2030. Indonesia berupaya

¹ Corresponding author: kikidrmwn92@gmail.com

mewujudkan ambisi ini dengan mengubah arah kebijakan sistem ketenagalistrikan untuk mencapai Net Zero Emission (NZE). Saat ini, sumber emisi gas rumah kaca terbesar di Indonesia pada sektor energi adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batubara (Ariefianto, 2021). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral melaporkan bahwa industri ketenagalistrikan di Indonesia menyumbang 175,6 juta ton emisi CO₂ pada tahun 2015, atau 67% dari total emisi GRK sektor energi negara ini. Sebagai percepatan pencapaian bauran energi nasional pemerintah membuat program *co-firing* pada pembangkit batu bara (Maskur et al., 2021).

PLTU Pacitan terletak di desa Skolejo di kecamatan Sudimoro, di laut selatan Jawa. Secara astronomis, PLTU Pacitan terletak pada garis lintang 8 derajat 15 menit 38,7 inci selatan dan bujur 111 derajat 22 menit 28,5 inci timur. PLTU Pacitan dapat dicapai pada jarak 30 Km sebelah timur Kabupaten Pacitan di Jawa Timur. Secara geografis, PLTU Pacitan berada di dekat Samudera Hindia. PLTU Pacitan menggunakan *boiler stoker* dengan kapasitas terpasang 2 x 315 MW. Listrik PLTU Pacitan disalurkan melalui antena tegangan tinggi (SUTT) 150kV, berjarak 35,65 km dari gardu induk Pacitan Baru dan 84,8 km ke gardu induk Wonogiri.

Selama bahan bakar berada di dalam boiler, maka dapat membakar dan memanaskan tabung-tabung yang ada di ruang bakar boiler dengan menggunakan bahan bakar berupa batubara golongan *Low Rank* (LRC). Hal inilah yang menjadi ide dasar dibalik *Water Tube Boiler* tipe Stoker yang digunakan oleh PLTU Jatim 1. Menurut (Daud et al., 2020), batubara kualitas rendah dengan nilai kalori 3800–4200 kkal/kg digunakan pada boiler tipe Stoker. Selain itu, kondisi dan komposisi batubara mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kinerja boiler. Khususnya pada boiler tipe stoker, ukuran partikel batu bara memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap distribusi temperatur dan perilaku respons termal di ruang bakar dibandingkan dengan nilai kalor PLTU Pacitan sedang menerapkan sistem *co-firing* dengan persentase 1% dan, akan terus menambah proses *co-firing* sebagai upaya pengurangan emisi karbon (Umar & Daulay, 2011).

Praktek pembakaran dua bahan berbeda dalam satu unit pembakaran dikenal dengan istilah *co-firing*. pemanfaatan biomassa pada pembangkit listrik melalui penggunaan proses *co-firing*. Manfaat penerapan sistem *co-firing* untuk pembakaran adalah emisi gas CO₂, SO_x, dan NO_x dari bahan bakar fosil berkurang karena biomassa, yang dikenal sebagai zero CO₂, memiliki lebih sedikit sulfur dibandingkan batu bara dan tidak berkontribusi terhadap penumpukan. CO₂ di atmosfer (Suganal & Hudaya, 2019). Selain itu penggunaan *co-firing* mendorong upaya peningkatan penggunaan teknologi energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Metode *co-firing* yaitu dengan cara mencampur biomassa dan bahan bakar fosil atau batu bara. Biomassa di pilih sebagai alternatif metode *co-firing* untuk menjaga jumlah energi yang dibutuhkan selama pembakaran (Sidiq, 2022).

Kayu merupakan biomassa dasar yang biasanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar yang memiliki nilai ekonomi kecil atau sebagai sampah setelah produk utamanya diekstraksi. Masyarakat telah lama menyadari bahwa kayu merupakan biomassa dan sumber energi berkelanjutan. Dalam skala besar, kayu juga dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik karena energi panas yang dilepaskannya, yang digunakan untuk memasak, memanaskan, dan banyak keperluan lainnya (Cahyono & Febrianto, 2008). Dibandingkan dengan bahan bakar fosil, penggunaan kayu sebagai bahan bakar menawarkan tiga manfaat tambahan. Keunggulan tersebut diantaranya adalah (Ulina, 2022):

1. Karena sumber daya alamnya yang sangat besar, zat ini relatif banyak ditemukan dan banyak ditemukan di Indonesia. Kita mempunyai peluang untuk memperluas penggunaan kayu sebagai sumber energi. Sumber daya yang terbarukan (renewable resource)
2. Emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran lebih rendah dari bahan bakar fosil

3. Kandungan sulfur yang minim

Limbah dari penggergajian kayu, kayu lapis, dan penebangan kayu merupakan contoh potensi sumber biomassa yang berasal dari kayu. Selain mudah diakses secara luas di Indonesia, biomassa kayu juga biasanya tidak menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan. Selain itu, biomassa untuk *co-firing* dapat diperoleh dari tanaman energi seperti pohon kaliandra, gamal, dan lamtoro yang ditanam di kawasan hutan tanaman energi atau ditanam di lahan kering. (KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA, 2021)

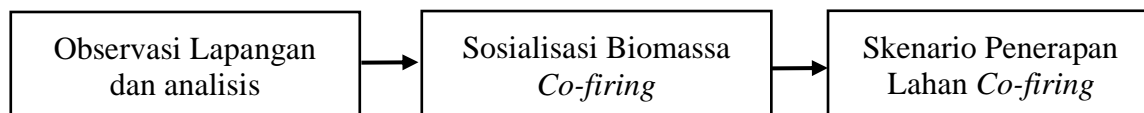
Pohon kayu Kaliandra yang mungil dan menyebar ini dapat mencapai tinggi maksimal 12 meter dan diameter batang maksimal 20 sentimeter. berasal dari Amerika Tengah dan Meksiko. Benih tanaman ini dikirim dari Guatemala bagian selatan ke Jawa pada tahun 1936. Daun Kaliandra digunakan sebagai pakan ternak, dan kayunya biasanya ditanam di tanah hijau yang terkikis. Kayu ini juga terbukti bermanfaat sebagai kayu energi. Sebagai tanaman pionir yang mampu memperbaiki tanah terkontaminasi (Utomo & Bambang Suwignyo, 2015), kaliandra merah mampu mengikat unsur hara dan mengembalikan kesuburan tanah. Salah satu bahan yang banyak menjanjikan untuk pembuatan *wood pellet* adalah kaliandra merah. Dalam keadaan belum diolah, jenis kayu ini dapat menghasilkan panas hingga 4.200 kkal/kg (Rina Laksmi Hendrati & Nur Hidayati, 2014).

Tujuan dari Sosialisasi untuk memenuhi *co-firing* pada PLTU Pacitan, pada implementasi *co-firing* hanya menggunakan *saw dust* dengan prosentase 1%, dengan adanya sosialisasi ini PLTU Pacitan mampu meningkatkan kapasiats *co-firing*, perbedaan institusi antara PLTU dan Pemerintah Kabupaten Pacitan maka perlu dilakukan sosialisasi potensi *co-firing* untuk peningkatan ekonomi Kabupaten Pacitan, sosialisasi ini sangat penting karena Kabupaten Pacitan merupakan daerah 3T Terluar, Terpencil dan, Tertinggal.

METODE PELAKSANAAN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini berupa analisis potensi biomassa sebagai pemenuhan *co-firing* PLTU Pacitan sebagai upaya peningkatan prosentase *co-firing*, Adapun sosialisasi dilakukan di BAPEDA Kabupaten Pacitan, dengan jumlah peserta seluruh pegawai BAPEDA Pacitan, Hasil dari sosialisasi ini dapat meningkatkan ekonomi Kabupaten Pacitan dan juga sebagai solusi dari permasalahan stock biomassa PLTU Pacitan,

Analisa skenario pemenuhan *co-firing* dilakukan dengan observasi di BAPEDA Pacitan untuk mengetahui ketersediaan lahan untuk penanaman pohon energi kaliandra. Adapun sosialisasi dilahkukan secara langsung di BAPEDA Pacitan, sosialisasi dilakukan dengan cara menyampaikan potensi lahan dan juga nilai ekonomian penanaman kaliandra. Dalam penelelitian ini disediakan alur kegiatan analisis dan sosialisasi guna mempermudah proses penelitian.



Gambar 1. Alur Penelitian

Alur kegiatan penelitian sangat berguna dalam proses pelaksanaan kegiatan yang dilakukan, Penjabaran dari alur kegiatan sebagai berikut:

1. Melahkukan kunjungan serta observasi ke PLTU Pacitan mengenai permasalahan peningkatan prosentase dan stock biomassa.

2. Menemui BAPEDA Pacitan menyampaikan permasalahan dan berdiskusi terkait potensi lahan sebagai sistem stcok biomssa .
3. Melahkukan analisis terkait motede penggunaan lahan dan pembahasan dari segi keekonomian.
4. Memaparkan analisis dan nilai keekonomian kepada BAPEDA Pacitan.

Kegiatan ini di harapkan mampu memberikan solusi bagi PLTU Pacitan dan meningkatkan taraf hidup Petani di Kabupaten Pacitan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil observasi di PLTU Pacitan untuk meningkatkan prosentase *co-firing* sebesar 5% membuthkan 99.260 ton biomasa dalam satu tahun dan 158.607,2 ton untuk penggunaan 10 % *co-firing*, selama ini PLTU pacitan hanya menggunakan sawdust sebagai *co-firing*, dari penguunaan *sawdust* banyak kendala yang di hadapi seperti ketersediaan stok dan juga kualitas sebagai bahan bakar yang kurang baik, *sawdust* merupakan serbuk dari pemotongan kayu, beberapa *sawdust* juga ada yang masih tercampur tanah dan juga air dari proses pemotongan, dari permasalahan itu PLTU membutuhkan solusi terkait penyediaan biomassa, dan harga biomassa diatur dalam Peraturan Direksi PT PLN Nomor 001.P/DIR/2020 tentang Pedoman Pelaksanaan *Co-firing* PLTU Berbahan Bakar Batu bara dengan Bahan Bakar.

Kabupaten Pacitan memiliki luas Hutan Rakyat sebesar 77.727 Ha dengan komoditas tanaman yang dominan antara lain Jati, Sengon, Pinus, Mahoni, Sonokeling, Akasia, Gmenlina. Dengan luas Hutan Rakyat dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1 Luas Hutan Rakyat Pacitan Tahun 2019 Berdasarkan Dinas Kehutanan Kabupaten Pacitan

No	Lokasi	Luas (Hektar)
1	Kecamatan Arjosari	7673
2	Kecamatan Kebonagung	9212
3	Kecamatan Punung	4740
4	Kecamatan Tulakan	9224
5	Kecamatan Ngadirojo	7183
6	Kecamatan Sudimoro	5924
7	Kecamatan Pacitan	3854
8	Kecamatan Pringkuku	4978
9	Kecamatan Donorojo	5211
10	Kecamatan Nawangan	6697
11	Kecamatan Bandar	4871
12	Kecamatan Tegalombo	8134
	Total	77728

Kehadiran hutan kemasyarakatan yang luas menunjukkan kemungkinan pemanfaatan ruang tumbuh yang lebih dikenal dengan pemanfaatan lahan tegakan untuk memberikan hasil sebelum produksi kayu. Agroforestri adalah metode pengelolaan lahan intensif yang memadukan tanaman pertanian dan kehutanan untuk memaksimalkan manfaat operasi pengelolaan hutan dengan tetap mempertimbangkan pelestarian lahan dan pembangunan praktis masyarakat sekitar (Sutanto et al., 2021). Pertanaman Lorong merupakan bagian dari system *Agroforestry*. Lorong-lorong di antara deretan pagar tanaman yang dirancang sesuai dengan garis kontur digunakan untuk menanam tanaman tahunan dalam sistem pertanian ini. Jenis tumbuhan polong-polongan seperti *Calliandra callothirsus*, gamal (*Flemingia congesta* *Gliricidiasepium*), dan lamtoro (*Leucaena leucocephala*) merupakan pilihan yang baik untuk tanaman pagar. menempati 5–15% dari seluruh luas daratan. Berdasarkan analisis SFC, kayu kaliandra terpilih sebagai sumber energi dan CO2 paling optimal dalam skenario penyediaan

biomassa ke PLTU Pacitan. Satu hektar lahan bisa menghasilkan 50 ton kayu kaliandra setiap tahunnya(Winarno, n.d.),

Skenario Pemenuhan Biomassa 5%

Merujuk dari luas Hutan rakyat dengan menggunakan pertanaman Lorong mengambil 5% dari luas lahan, dan asumsi kayu kaliandra menghasilkan 50 ton dalam setahun, berikut skenario pemenuhan bahan bakar untuk PLTU Pacitan dijelaskan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2 Skenario Pemenuhan kebutuhan *Co-firing* 5% Untuk PLTU Pacitan Dengan Menggunakan Tanaman Kaliandra

No	Lokasi	Luas Hutan Rakyat (Hektar)	Agroforestry 5%	Hasil Pertahun (Ton)	Nilai Keekonomian (Rp)
1	Kecamatan Kebonagung	9219	460,95	23.048	46.162.634.721,08
2	Kecamatan Tulakan	9224	462,20	23.110	46.287.827.156,70
3	Kecamatan Ngadirojo	7183	359,15	17.985	35.967.704.723,78
4	Kecamatan Sudimoro	5924	296,20	14.810	29.663.466.905,70
5	Kecamatan Tegalombo	8134	406,70	20.335	40.729.628.614,95
	Total	39.704	1985,20	99.260	198.811.325.122,20

Dalam penggunaan kaliandra 5% atau 79.803,60 ton per tahun di pilih lokasi yang dekat dengan PLTU Pacitan yaitu: Kecamatan Arjosari, Kecamatan Kebonagung, Kecamatan Tulakan, Kecamatan Ngadirojo, Kecamatan Sudimoro, Kecamatan Pacitan, Kecamatan Nawangan, Kecamatan Tegalombo, dari beberapa kecamatan tersebut berpotensi menghasilkan 99.260 ton kayu kaliandra dalam setahun dengan nilai keekonomian sebesar 198 miliar, dari hasil tersebut mampu memenuhi kebutuhan *co-firing* kaliandra 5% PLTU Pacitan dalam satu tahun.

Skenario Pemenuhan Biomassa 10%

Menggunakan sistem yang sama menggunakan pertanaman Lorong mengambil 5% dari luas lahan, dan asumsi kayu kaliandra menghasilkan 50 ton dalam setahun, berikut skenario pemenuhan bahan bakar untuk PLTU Pacitan di jelaskan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3 Skenario Pemenuhan Kebutuhan *Co-firing* 10% Untuk PLTU Pacitan Dengan Menggunakan Tanaman Kaliandra

No	Lokasi	Luas Hutan Rakyat (Hektar)	Agroforestry 5%	Hasil Pertahun (Ton)	Nilai Keekonomian (Rp)
1	Kecamatan Arjosari	7673	383,65	19.183	38.421.300.062,03
2	Kecamatan Kebonagung	9219	460,95	23.048	46.162.634.721,08
3	Kecamatan Punung	4740	237	11.850	23.734.779.394,50
4	Kecamatan Tulakan	9224	462,20	23.110	46.287.827.156,70
5	Kecamatan Ngadirojo	7183	359,15	17.985	35.967.704.723,78
6	Kecamatan Sudimoro	5924	296,20	14.810	29.663.466.905,70
7	Kecamatan Pacitan	3854	192,70	9635	19.298.278.435,95
8	Kecamatan Pringkuku	4978	248,90	12.445	24.926.525.701,65
9	Kecamatan Donorejo	5211	260,55	13.028	26.093.235.321,68
10	Kecamatan Nawangan	6697	334,85	16.178	33.534.138.735,23
11	Kecamatan Bandar	4871	406,70	20.335	24.390.740.597,18
12	Kecamatan Tegalombo	8134	406,70	20.335	40.729.628.614,95
	Total	77.728	3886,40	194.320	389.210.323.370,40

Dalam pemenuhan kebutuhan bahan bakar PLTU Pacitan dengan menggunakan kayu kaliandra 10% atau 158.607,2 ton dalam satu tahun di perlukan Hutan Rakyat yang ada di

Kecamatan Arjosari, Kebonagung, Tulakan, Ngadirojo, Sudimoro, Pacitan, Pringkuku, Nawangan, Bandar, Tegalombo dengan potensi kayu kaliandra sebesar 169.443 ton per tahun, jumlah tersebut mampu memenuhi kebutuhan bahan bakar PLTU Pacitan dengan rasio *co-firing* 10%, apabila seluruh hutan rakyat digunakan sebagai pemenuhan bahan bakar, maka hanya mampu menyuplai kebutuhan PLTU Pacitan 12% dalam satu tahun.

SIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat di simpulkan bahwa Pacitan memiliki potensi sebagai pemenuhan biomassa sebagai *co-firing*, dengan menerapkan sistem pertanaman lorong dengan penggunaan 5% dari luas hutan rakyat menghasilkan 194.320 ton biomassa dengan nilai keekonomian Rp 389.210.323.370,40, dari hasil analisis yang di sosialisasikan di BAPEDA Pacitan medapatkan respon yang positif, BAPEDA Pacitan mencangkakan penyuluhan ke petani mengenai potensi biomassa sebagai upaya peningkatan ekonomi petani di kabupaten Pacitan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariefianto, R. M. (2021). *Peluang Dan Tantangan Menuju Net Zero Emission (NZE) Menggunakan Variable Renewable Energy (VRE) Pada Sistem Ketenagalistrikan Di Indonesia*. <https://www.researchgate.net/publication/357448042>
- Cahyono, T. D., & Febrianto, F. (2008). *Thermophysic aspects of wood utilization as substitution fuel at cement factory Compression Technology Development of Ligno-cellulose Materials View project Bond Quality of Laminated Wood Made from Surian (Toona sinensis Roem) and Sengon (Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen) View project*. <https://www.researchgate.net/publication/273202558>
- Daud, A., Hartono, R., & Seng, A. (2020). Analisis Efisiensi Bahan Bakar Batubara Tipe Low Rank Coal Pada Boiler Stoker PLTU Tidore Unit 2. In *Dinamika Jurnal Teknik Mesin Unkhair* (Vol. 5, Issue 2).
- KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA. (2021, June 22). *Implementasi Cofiring PLTU Tingkatkan Economic Scale Biomassa*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/06/23/2892/Implementasi.Cofiring.Pltu.Tingkatkan.Economic.Scale.Biomassa?Lang=id>.
- Maskur, Z., Nugroho, D. A., Pembangkitan, P. T., & Bali, J. (2021). *Analisa Karakteristik Biomasa untuk Cofiring pada Pembangkit Batubara di Indonesia*.
- Rina Laksmi Hendrati, & Nur Hidayati. (2014). *BUDIDAYA KALIANDRA (Calliandra calothyrsus) UNTUK BAHAN BAKU SUMBER ENERGI*. IPB Press.
- Sidiq, A. N. (2022). Pengaruh Co-Firing Biomassa terhadap Efisiensi Boiler PLTU Batubara. *KILAT*, 11(1), 21–31. <https://doi.org/10.33322/kilat.v11i1.1553>
- Suganal, S., & Hudaya, G. K. (2019). Bahan bakar co-firing dari batubara dan biomassa tertorefaksi dalam bentuk briket (Skala laboratorium). *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15(1), 31–48. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol15.No1.2019.971>
- Sutanto, H., Suyitno, S., Juwana, W. E., & Nurrohm, T. G. (2021). Design, Production Cost, and Air Flow Distribution of Biomass Pellet Furnace. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*, 20(2), 68. <https://doi.org/10.20961/mekanika.v20i2.49232>
- Ulina, S. (2022). *ANALISIS POTENSI ENERGI BARU DAN TERBARUKAN DI SUMATERA UTARA SAMPAI TAHUN 2028 DISIMULASIKAN MENGGUNAKAN LEAP*.
- Umar, D. F., & Daulay, B. (2011). Improvement of Low Rank Coal Properties by Various ... Datin F. Umar and Bukin Daulay IMPROVEMENT OF LOW RANK COAL PROPERTIES BY VARIOUS UPGRADING PROCESSES. In *INDONESIAN MINING JOURNAL* (Vol. 14, Issue 1).
- Utomo, R., & Bambang Suwignyo, dan. (2015). *PRODUKTIVITAS TANAMAN KALIANDRA (Calliandra calothyrsus) SEBAGAI HIJAUAN PAKAN PADA UMUR PEMOTONGAN*

YANG BERBEDA PRODUCTIVITY OF CALLIANDRA (Calliandra calothyrsus) AS A FORAGE IN THE DIFFERENT DEFOLIATION TIME. 39(2), 103–108.
Winarno, I. D. (n.d.). *Pengembangan Energi Biomassa (Tantangan Dan Peluang Bisnis Menuju Net Zero Emmission) Chairman of Indonesian Biomass Energy Society (MEBI).*

LAMPIRAN



Gambar 1 meeting problem biomassa



Gambar 2 kondisi biomassa



Gambar 3 stok biomassa



Gambar 4 konfirmasi BAPEDA Kabupaten Pacitan



Gambar 5. Sosialisasi di BAPEDA Kabupaten Pacitan