

Distribusi Batubara dalam Memenuhi Kebutuhan Bahan Bakar PLTU Wilayah Kalimantan Barat

Sartika¹; Eka Wahyudi²

¹ Jurusan Teknik Pertambangan1 (Politeknik Negeri Ketapang 1)

² Jurusan Teknik Informatika2 (Politeknik Negeri Ketapang 2)

¹ sartika@politap.ac.id

ABSTRACT

PT PLN is accelerating the development of power plants spread throughout Indonesia where the program has produced several existing PLTUs in the West Kalimantan, including the Sintang, Sanggau, and Khatulistiwa PLTUs. Given that there are no companies in West Kalimantan that produce coal, so coal for PLTU fuel must be supplied from other provinces. Considering that in West Kalimantan Province there are no companies that produce coal, so coal for PLTU fuel must be supplied from other provinces. The distribution of coal is done free on board on barges with different loading locations. In this research, an optimization model was designed using the Linear Programming method in order to obtain the distribution of coal supply in providing the demands of PLTU in West Kalimantan Province with the minimum cost. The main data in the design of the optimization model consists of coal specifications, the amount of coal production and reference coal prices, the distance from sea ports to coal suppliers and PLTU, the amount of coal demand for PLTU and coal transportation costs. Based on the optimization results, the minimum total cost of coal procurement is \$11,447,570 per year and PT Adaro Indonesia as the main supplier which distributes coal to PLTU Sintang, Sanggau and Khatulistiwa.

Keywords: Distribution, PLTU, Coal, Procurement, and Cost

ABSTRAK

PT PLN melakukan percepatan pembangunan pembangkit listrik yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia di mana program tersebut telah menghasilkan beberapa PLTU Eksisting di wilayah Kalimantan Barat diantaranya adalah PLTU Sintang, Sanggau, dan Khatulistiwa. Mengingat bahwa di Provinsi Kalimantan Barat belum terdapat perusahaan yang memproduksi batubara, sehingga batubara untuk bahan bakar PLTU harus dipasok dari provinsi lain. Pendistribusian batubara dilakukan secara free on board di atas tongkang dengan lokasi pemuatan yang berbeda. Pada penelitian ini dirancang model optimasi menggunakan metode Linear Programming guna memperoleh distribusi pasokan batubara dalam memenuhi kebutuhan PLTU di Provinsi Kalimantan Barat dengan biaya paling minimum. Data penunjang yang dalam pembentukan model optimasi diantaranya spesifikasi batubara, jumlah produksi batubara dan harga batubara acuan, jarak pelabuhan laut pemasok batubara dan PLTU, jumlah kebutuhan batubara PLTU serta biaya transportasi batubara. Berdasarkan hasil optimasi diperoleh total biaya pengadaan batubara paling minimum sebesar \$ 11.447.570 per tahun serta PT Adaro Indonesia sebagai pemasok utama yang mendistribusikan batubara ke PLTU Sintang, Sanggau dan Khatulistiwa.

Kata kunci: Distribusi, PLTU, Batubara, Biaya, dan Pengadaan

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan utama bagi wilayah yang perekonomiannya sedang tumbuh. Perekonomian yang terus tumbuh menyebabkan jumlah kebutuhan listrik juga terus meningkat. Oleh karena itu berbagai upaya dilakukan oleh pemerintah agar kebutuhan listrik di setiap wilayah di Indonesia dapat dipenuhi seperti pembangunan pembangkit listrik berbahan bakar energi terbarukan, batubara dan gas. Untuk memenuhi kebutuhan listrik, PT PLN melakukan percepatan pembangunan pembangkit listrik yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Program tersebut mengacu pada Perpres Nomor 45 Tahun 2014 yang disebut dengan proyek percepatan pembangkit 10.000 MW. Berdasarkan RUPTL PLN 2019-2028, jumlah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Eksisting di wilayah Kalimantan barat diantaranya adalah PLTU Sintang dengan kapasitas 7 MW, PLTU Sanggau dengan Kapasitas 14 MW dan PLTU Khatulistiwa dengan kapasitas 50 MW.

PLTU adalah pembangkit yang menghasilkan listrik dengan membakar batubara untuk menguapkan air. Saat ini batubara yang dipasok ke PLTU adalah batubara yang berasal dari provinsi lain. Pendistribusian batubara dilakukan secara free on board di atas tongkang (barge) dengan lokasi pemuatan yang berbeda dengan pemuatan ke kapal (vessel). Mengingat bahwa di Provinsi Kalimantan Barat belum terdapat perusahaan yang mengeksploitasi batubara, sehingga batubara untuk bahan bakar PLTU harus dipasok dari provinsi lain. Perbedaan jarak antar setiap pemasok batubara dan spesifikasi batubara yang diproduksi oleh perusahaan memberikan kontribusi biaya pengadaan batubara yang berbeda pula.

Suseno (2017) menyebutkan bahwa dalam merumuskan model pemasokan permintaan batubara yang paling ekonomis dapat menggunakan metode pemrograman linear (linear programming). Dimana variabel yang perlu dipertimbangkan di dalam melakukan analisis optimalisasi pemenuhan batubara, dapat dilihat dari dua sisi. Pertama dari sisi PLTU sebagai konsumen, yakni sebaran lokasi PLTU, jumlah kebutuhan batubara per PLTU, spesifikasi, harga serta jarak PLTU ke sumber pemasok. Kedua dari sisi Produsen sebagai pemasok, yakni lokasi pemasok, besarnya cadangan, spesifikasi batubara yang dimiliki, harga, jarak ke PLTU serta komitmen produsen pemasok. Selain itu, sarana dan prasarana yang digunakan dalam proses transportasi batubara dari pemasok ke PLTU juga perlu dipertimbangkan.

Jonrinaldi, dkk (2017) telah merancang model linear prgraming pasokan batubara di PT XYZ yang bertujuan untuk meminimalkan biaya operasional pasokan batu bara yang dikeluarkan. Model optimasi yang dirancang mempertimbangkan nilai kalori sebagai parameter penentu kualitas batubara, kapasitas pemasok dan kebutuhan pabrik di PT XYZ. Selain itu teknik pencampuran batu bara yang diterapkan oleh PT XYZ juga menjadi pertimbangan dalam perancangan model ini.

Hal tersebut mencerminkan bahwa dengan adanya keterbatasan sumber daya dan batasan sistem yang dapat dirancang model optimasi pasokan batubara. Mengacu pada permasalahan yang telah dipaparkan diatas, agar dapat memperoleh biaya pengadaan batubara yang paling minimum penelitian ini bertujuan menghasilkan model optimasi yang sesuai guna memperoleh distribusi pasokan batubara yang optimal dalam memenuhi kebutuhan PLTU di Provinsi Kalimantan Barat.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Pengumpulan Data

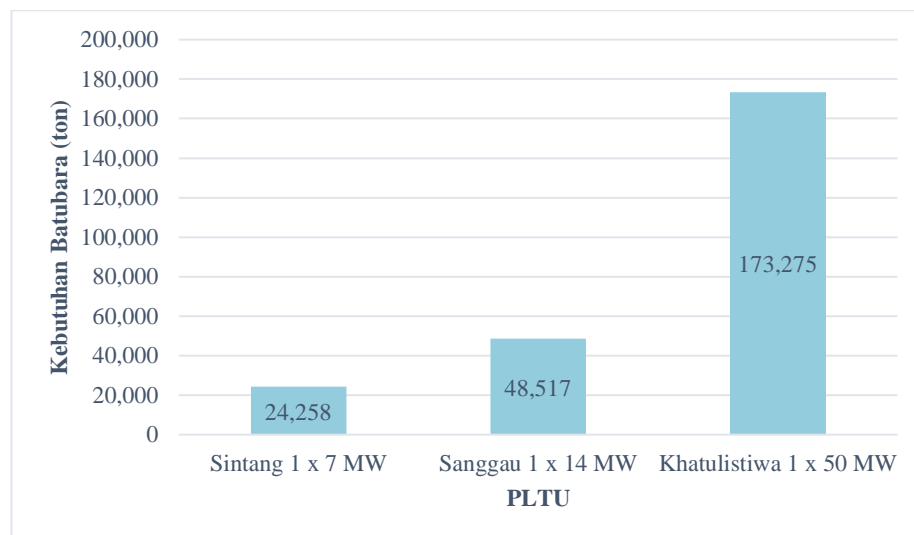
Tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur yang dilakukan dengan pengumpulan informasi yang berkaitan dengan kegiatan penelitian seperti buku, publikasi ilmiah dan publikasi lainnya mengenai teknik optimasi menggunakan metode Linear Programming. Kemudian dilanjutkan dengan observasi di lapangan yang bertujuan untuk memperoleh data sampel yang lebih akurat. Pengumpulan data di lapangan dilakukan dengan survei langsung ke lokasi PLTU terkait

untuk memperoleh sampel data spesifikasi batubara yang diperlukan sebagai bahan bakar PLTU. Adapun data spesifikasi batubara yang diperlukan adalah kalori, total moisture, total sulfur dan ash.

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari Keputusan Menteri dan Peraturan-peraturan terkait pengadaan batubara untuk kebutuhan PLTU. Data Harga jual batubara diperoleh berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1395K/30/MEM/2018 tentang Harga Jual Batubara untuk Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan umum. Biaya transportasi batubara dapat dihitung berdasarkan jarak terminal laut batubara ke pelabuhan terdekat dengan PLTU serta mengacu pada Peraturan Dirjen Minerba Nomor: 644.K/30/DJB/2013 tentang Tatacara Penetapan Besaran Biaya Penyesuaian Harga Patokan Batubara. Selain itu data sekunder juga diperoleh dari laporan tahunan terkait data perusahaan pemasok batubara. Rincian perusahaan tambang yang dapat memasok batubara beserta produksinya diperoleh dari Indonesia Coal Book yang dikeluarkan oleh Asosiasi Pertambangan Batubara Indonesia. Sedangkan Rincian nama PLTU yang akan dibangun diperoleh dari dokumen Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) yang dikeluarkan PT PLN setiap tahunnya.

2.2. Data Penelitian

Berdasarkan RUPTL PLN 2019-2028 terdapat 3 PLTU eksisting di Provinsi Kalimantan Barat, diantaranya PLTU Sintang, Sanggau dan Khatulistiwa. Kebutuhan batubara untuk setiap PLTU berbeda dikarenakan setiap PLTU memiliki daya pembangkit yang beragam. Jumlah kebutuhan batubara untuk setiap PLTU berdasarkan daya dan nilai kalori batubara yang diasumsikan sebesar 4.200 kkal/kg dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah Kebutuhan Batubara PLTU

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa untuk membangkitkan daya sebesar 7 MW di PLTU Sintang dengan kalori batubara 4.200 kkal/kg maka diperlukan batubara sebesar 24.258,462 ton. Sedangkan untuk membangkitkan daya sebesar 14 MW pada PLTU Sanggau diperlukan batubara sebesar 48.516,923 ton dan untuk membangkitkan daya sebesar 50 MW pada PLTU Khatulistiwa diperlukan batubara sebesar 173.274,725 ton.

Dari sisi penyediaan batubara, terdapat 4 perusahaan pemasok batubara yang memproduksi batubara sesuai dengan kriteria untuk PLTU dimana data tersebut diperoleh berdasarkan buku *Indonesian Coal Book 2014/2015* yang diterbitkan oleh Petromindo. Perusahaan tersebut diantaranya

adalah PT Adaro Indonesia, PT Bara Multi Sukses Sarana, PT Borneo Indobara dan PT Jorong Barutama Greston. Adapun jumlah produksi batubara berdasarkan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi dan Produksi Batubara Perusahaan

Nama Perusahaan	Batubara					
	Kalori (kkal/ kg)	TM (%)	TS (%)	Ash (%)	Harga (USD/ton)	Produksi (ton)
PT Adaro Indonesia	4.000	40	0,2	3	27,13	50.601.101,00
PT Bara Multi Suksses Sarana, Tbk	4.065	35,4	0,34	3,7	27,34	1.500.000,00
PT Borneo Indobara	4.000	38	0,5	6	32,74	4.003.273,74
PT Jorong Barutama Greston	4.400	32	0,25	4,15	40,38	203.887,00
PT Kaltim Global Samarinda	4.200	33	0,4	10	26,11	2.190.000,00

Banyaknya sungai dan pantai di sekitar tambang batubara serta PLTU Kalimantan Barat dapat memudahkan moda transportasinya, sehingga pendistribusian batubara ke PLTU dapat mengandalkan transportasi jalur laut dengan penjualan batubara dilakukan secara *free on board* (FOB) di atas tongkang serta lokasi pemuatan yang berbeda dengan pemuatan ke kapal (*vessel*). Untuk itu perlu dihitung jarak dari pelabuhan laut setiap perusahaan batubara ke setiap PLTU eksisting di Provinsi Kalimantan Barat. Jarak tersebut dihitung berdasarkan jalur laut yang dilewati menggunakan bantuan software Netpas. Adapun sebaran PLTU dan perusahaan pemasok batubara di Pulau Kalimantan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran PLTU dan Perusahaan Pemasok Batubara

Pemasok batubara yang berada di pulau Kalimantan dan memenuhi spesifikasi batubara yang disyaratkan oleh PLTU terdiri dari 5 perusahaan yang tersebar di Provinsi Kalimantan timur dan Kalimantan Selatan. PT Kaltim Global Samarinda yang terletak di Provinsi Kalimantan Timur

memiliki jarak paling jauh dengan PLTU yaitu sebesar 1.212 NM dari PLTU Sintang, 1.107 NM dari PLTU Sanggau dan 917 NM dari PLTU Khatulistiwa. PT Borneo Indobara yang terletak di Provinsi Kalimantan Selatan berjarak sejauh 898 NM dari PLTU Sintang, 793 NM dari PLTU Sanggau dan 666 NM dari PLTU Khatulistiwa. PT Jorong Barutama Greston yang juga berlokasi di Provinsi Kalimantan Selatan berjarak sebesar 834 NM dari PLTU Sintang, 730 NM dari PLTU Sanggau dan 602 NM dari PLTU Khatulistiwa. Sedangkan PT Bara Multi Susksessarana, Tbk yang terletak di Provinsi Kalimantan Timur berjarak sebesar 820 NM dari PLTU Sintang, 715 NM dari PLTU Sanggau dan 588 NM dari PLTU Khatulistiwa. Kemudian PT Adaro Indonesia yang memiliki jarak paling dekat dengan PLTU berjarak sejauh 792 NM dari PLTU Sintang, 687 NM dari PLTU Sanggau dan 560 NM dari PLTU Khatulistiwa.

Komponen biaya pengadaan batubara untuk PLTU dipengaruhi oleh 2 hal yaitu harga batubara dan biaya transportasi batubara dari pelabuhan laut perusahaan batubara ke PLTU Eksisting. Sedangkan biaya transportasi batubara dipengaruhi oleh jarak pelabuhan laut perusahaan batubara ke PLTU Eksisting. Adapun komponen biaya pengadaan batubara untuk PLTU dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Biaya Pengadaan Batubara

Nama Perusahaan	Harga Jual (USD/ton)	Biaya Transportasi Batubara (USD/ton)		
		PLTU Sintang	PLTU Sanggau	PLTU Khatulistiwa
PT Adaro Indonesia	27,13	21,24	18,92	16,12
PT Bara Multi Susksessarana, Tbk	27,34	21,86	19,54	16,74
PT Borneo Indobara	32,74	23,59	21,27	18,46
PT Jorong Barutama Greston	40,38	22,17	19,87	17,04
PT Kaltim Global Samarinda	26,11	30,53	28,21	24,01

2.2. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan metode Linear Programming dalam melakukan kajian terhadap biaya pengadaan batubara untuk PLTU. Pembentukan model yang akan dicapai adalah meminimalkan total biaya pengadaan batubara untuk PLTU sehingga diperoleh distribusi batubara untuk setiap PLTU. Distribusi batubara dalam hal ini adalah menyelesaikan masalah pengiriman komoditas dari sumber (Perusahaan batubara) ke tujuan (PLTU) [1]. Optimalisasi dilakukan dengan memperhatikan kualitas batubara serta biaya transportasi. Fungsi tujuan dan fungsi kendala/batasan dalam pembentukan model optimasi batubara dapat dilihat pada persamaan berikut:

Fungsi Tujuan:

$$TC = \sum_i \sum_j u_i X_{ij} + \sum_i \sum_j c_i X_{ij} \quad (1)$$

Batasan Permintaan:

$$\sum_i \sum_j b_i d_{ij} X_{ij} = D_j \quad (i, j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

Batasan Penawaran:

$$\sum_i \sum_j b_i X_{ij} \leq S_i \quad (i, j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

Keterangan:

TC : Total biaya dari satuan produksi dan transportasi komoditas

u_i : Ongkos satuan produksi komoditas

c_i : Ongkos satuan transportasi

X_{ij} : Jumlah komoditas yang diangkut dari i ke j

d_{ij} : Efisiensi transportasi

b_i : Kadar Komoditas

S_i : Cadangan tertambang pada titik penyediaan i

D_j : Kebutuhan komoditas pada titik konsumen j

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data spesifikasi batubara, harga jual batubara, jumlah kebutuhan batubara PLTU, jarak pelabuhan laut perusahaan batubara ke PLTU dan biaya transportasi batubara dibentuklah model *Linear Programming*. Model tersebut terdiri dari fungsi tujuan dan fungsi kendala. Fungsi tujuan dalam pembentukan model optimasi batubara didasarkan pada harga jual dan biaya transportasi batubara, dengan variabel X_{ij} sebagai jumlah batubara yang diangkut dari perusahaan batubara ke PLTU. Fungsi tersebut digunakan untuk memperoleh nilai minimum dari biaya pengadaan batubara untuk PLTU. Berikut adalah perumusan dari fungsi tujuan pada model optimasi batubara pada PLTU Eksisting beserta penamaan variabelnya.

Fungsi Tujuan:

$$\begin{aligned} \text{Minimum } TC = & 48,38X_{11} + 46,06X_{12} + 43,25X_{13} + 49,20X_{21} + 46,88X_{22} + 44,08X_{23} + \\ & 56,33X_{31} + 54,01X_{32} + 51,20X_{33} + 62,65X_{41} + 60,26X_{42} + 57,43X_{43} + \\ & 56,54X_{51} + 54,31X_{52} + 50,12X_{53} \end{aligned} \quad (4)$$

Sedangkan fungsi kendala dalam penelitian ini terbagi menjadi dua jenis yaitu fungsi kendala dari sisi penawaran dan permintaan. Fungsi kendala permintaan didasarkan pada kebutuhan batubara pada setiap PLTU untuk membangkitkan listrik selama satu tahun seperti pada persamaan (5), (6), dan (7). Sedangkan fungsi kendala penawaran dibatasi oleh produksi batubara oleh masing-masing perusahaan seperti pada persamaan (8), (9), (10), (11), dan (12). Berikut adalah fungsi kendala permintaan dan penawaran yang digunakan dalam memperoleh distribusi batubara untuk PLTU.

Fungsi Kendala:

$$4.000X_{11} + 4.065X_{21} + 4.000X_{31} + 4.400X_{41} + 4.200X_{51} = 101.885.540,40 \quad (5)$$

$$4.000X_{12} + 4.065X_{22} + 4.000X_{32} + 4.400X_{42} + 4.200X_{52} = 203.771.076,60 \quad (6)$$

$$4.000X_{13} + 4.065X_{23} + 4.000X_{33} + 4.400X_{43} + 4.200X_{53} = 727.753.845,00 \quad (7)$$

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} \leq 50.601.101,00 \quad (8)$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} \leq 1.500.000,00 \quad (9)$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} \leq 4.003.273,74 \quad (10)$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} \leq 203.887,00 \quad (11)$$

$$X_{51} + X_{52} + X_{53} \leq 2.190.000,00 \quad (12)$$

Keterangan:

X_{ij} : Jumlah batubara dari Perusahaan Batubara i ke PLTU j

i : Perusahaan Batubara PT Adaro Indonesia (1), PT Bara Multi Sukses Sarana (2), PT Borneo Indobara (3), PT Jorong Barutama Greston (4) dan PT Kaltim Global (5)

j : PLTU Sintang (1), PLTU Sanggau (2) dan PLTU Khatulistiwa (3)

Berdasarkan fungsi tujuan dan fungsi kendala yang telah dibentuk, dilakukan optimasi menggunakan metode *Linear Programming*, sehingga diperoleh biaya pengadaan batubara yang paling minimum dalam memenuhi kebutuhan batubara untuk PLTU Eksisting seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Biaya Pengadaan Batubara Minimum untuk PLTU

No	PLTU	PT Adaro Indonesia	
		Jumlah Batubara (ton/tahun)	Biaya Pengadaan Batubara (USD/tahun)
1	Sintang	25.471,39	1.232.306
2	Sanggau	50.942,77	2.346.424
3	Khatulistiwa	181.938,5	7.868.839
Total		258.352,66	11.447.570

Berdasarkan output dari *Linear Programming*, untuk memperoleh biaya pengadaan batubara paling minimum maka PT. Adaro Indonesia dapat mendistribusikan batubara dengan kalori sekitar 4.000 kkal/kg pada PLTU Sintang, Sanggau dan Khatulistiwa. Jumlah batubara yang didistribusikan ke PLTU Sintang sebesar 25.471,39 ton per tahun dengan total biaya pengadaan batubara sebesar \$ 1.232.306 per tahun. Sedangkan untuk PLTU Sanggau PT Adaro Indonesia dapat mendistribusikan batubara sebesar 50.942,77 ton per tahun dengan total biaya pengadaan batubara sebesar \$ 2.346.424 per tahun. Serta jumlah batubara yang dapat didistribusikan PT Adaro Indonesia ke PLTU Sintang sebesar 181.938,5 ton per tahun dengan total biaya pengadaan batubara sebesar \$ 7.868.839 per tahun. Sehingga total biaya paling minimum untuk pengadaan batubara pada PLTU Eksisting di Kalimantan Barat sebesar \$ 11.447.570 per tahun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah menghasilkan model optimasi pasokan batubara guna memperoleh biaya pengadaan batubara yang paling minimum dalam memenuhi kebutuhan PLTU di Provinsi Kalimantan Barat dengan total biaya pengadaan sebesar \$ 11.447.570 per tahun serta PT Adaro Indonesia sebagai pemasok utama yang mendistribusikan batubara ke PLTU Sintang, Sanggau dan Khatulistiwa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi dukungan dalam penyusunan penelitian ini terutama kepada Politeknik Negeri Ketapang dan Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Suseno, "Analisa Pola Distribusi Batubara Logistik dan Infrastruktur Batubara untuk PLTU Skala Kecil," *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, pp. 53-72, 2017.
- [2] D. Minerba, *Peraturan Dirjen Minerba No: 644.K/30/DJB/2013 tentang Tatacara Penetapan Biaya Penyesuaian Harga Patokan Batubara*, 2013.
- [3] P. PLN, *Rencana Usaha Penyediaan tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2018-2027*, Jakarta: PT PLN, 2015.
- [4] ESDM, *Keputusan Menteri ESDM Nomor: 1395K/30/MEM/2018 tentang Harga Jual Batubara untuk Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum*, 2018.
- [5] Jonrinaldi, A. Herryandie dan N. Frides, "Model Linear Programming Pasokan Batu Bara," dalam *Prosiding SNTI dan SATELIT 2017*, Malang, 2017.
- [6] M. A. Imaduddin dan E. Riksakomara, "Optimasi Pemilihan Supplier dan Alokasi Supply Batubara Pada PLTU Kapasitas 615MW dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Proses dan Goal Programming (Studi Kasus PT.XYZ)," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 6, no. 2, pp. A258-A63, 2017.
- [7] S. dan S. I. Septiansyah, "Estimasi Passokan BATubara untuk PLTU Rencana di Provinsi Kalimantan Barat," *Jurnal Inovtek Polbeng*, pp. 279-284, 2018.
- [8] M. Amrullah, "Pemodelan Pemrograman Linier dengan Koefisien Fungsi Objektif, Fungsi Kendala dan Variabel Keputusan Berbentuk Bilangan Kabur Beserta Aplikasinya," *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, vol. 16, no. 1, pp. 85-96, 2019.
- [9] M. E. Lestiani, I. Adriant dan P. A. Pratama, "Optimasi Pasokan Batubra di Dermaga I PT Indonesia Power Suralaya dengan Menggunakan Integrasi Programming," *Jurnal Manajemen Logistik dan Transportasi*, vol. 3, no. 2, pp. 155-174, 2017.
- [10] S. D. Kumalasari, A. M. A. Rasyid, S. Nugroho dan A. Mustakim, "Perencanaan Transportasi Laut Batubara: Studi Kasus Taboneo - Surabaya - Tuban - Semarang," *Jurnal Teknik Transportasi*, vol. 1, no. 1, pp. 24-39, 2020.
- [11] J. L. Falastian, *PERANCANGAN DISTRIBUSI SEMEN DENGAN MODA TRANSPORTASI DARAT DI PT SEMEN GRESIK*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [12] S. Mitra dan B. Avittathur, "Application of linear programming in optimizing the procurement and movement of coal for an Indian coal-fired power-generating company," *Journal of the Indian Institute of Management Calcutta*, vol. 45, no. 3, pp. 207-224, 2018.
- [13] APBI-ICMA, *Indonesian Coal book 2014/2015*, Jakarta: Petromindo, 2015.
- [14] F. Rahmana, *Optimasi Pemenuhan Kebutuhan Batubara untuk Rencana Pembangkit PLTU di Provinsi Sulawesi Tengah*, Bandung: ITB, 2016.
- [15] T. Susilo, H. A. Dasira, A. P. Putra dan M. Z. Prawira, "MENENTUKAN PENEMPATAN POSISI PALING TEPAT DALAM PROSES PEMUATAN (LOADING) BLOCK-BLOCK KAPAL KEATAS TONGKANG DALAM PROSES PENGIRIMAN (SHIPMENT) DI PT KARIMUN SEMBAWANG SHIPYARD," *Jurnal Jalasena Teknik Perkapalan*, vol. 1, no. 1, pp. 3-8, 2019.