

Kajian Efektivitas Penyederhanaan Rantai *Distribusi Fatty Acid Methyl Esters (FAME)* Menggunakan *Linear Programming*

Erwan Hermawan¹, Danang Sismartono²

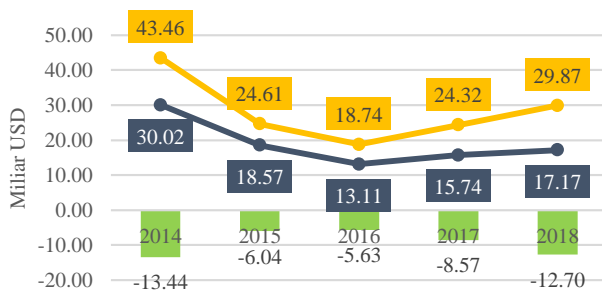
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir, BATAN¹
Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi, LEMIGAS²
erwanhermawan29@gmail.com¹, danangsis@gmail.com²

Abstract — Konsumsi akan bahan bakar minyak yang terus meningkat mengharuskan Indonesia melakukan impor BBM dan berdampak terhadap defisit neraca migas sebesar USD 12,7 miliar di tahun 2018. Untuk mengatasi ini pemerintah melakukan perluasan program mandatori B20 untuk sektor non – PSO. Di sisi lain program ini juga untuk menjadikan harga CPO menjadi stabil kembali. Dalam implementasinya, masih banyak terdapat kendala salah satunya adalah kendala logistik atau distribusi. Peningkatan volume CPO menjadikan pola distribusi tidak teratur dan biaya suplai cukup tinggi. Sehingga perlu dilakukan penyederhanaan pola distribusi FAME ke 10 titik pencampuran. Untuk mengetahui nilai yang optimum pada sistem distribusi baru ini digunakan pendekatan *linear programming* untuk memperoleh biaya distribusi yang optimum. Berdasarkan hasil simulasi, dengan menggunakan pola distribusi 10 titik pencampuran diperoleh total biaya yang lebih murah yaitu sebesar Rp. 148 miliar, dari total biaya awal Rp. 190 miliar. Namun implikasi dari penyederhanaan sistem distribusi ini adalah perlu adanya investasi tambahan seperti tangki *storage*, pipa, pelabuhan, dan sewa tangki, dimana total investasinya mencapai Rp. 6,2 triliun.

Kata kunci: *Linear programming, distribusi, FAME, TBBM*

I. PENDAHULUAN

Ketahanan energi merupakan salah satu faktor penting dalam pembangunan, terutama energi berupa bahan bakar sebagai penggerak ekonomi nasional. Kondisi yang terjadi di Indonesia saat ini tidak lagi mengalami kejayaan minyak seperti di era 1970an, dimana pada saat itu produksi minyak Indonesia mencapai angka 1,7 juta *barrel oil per day* (BOPD) [1].



Sumber: Kemendag, 2019 (data diolah kembali)

Gambar 1. Neraca migas Indonesia 2014 – 2018* [2]

Sejak tahun 2014 hingga tahun 2018 nilai impor migas Indonesia lebih besar dibandingkan dengan nilai ekspor migas, sehingga terjadi defisit neraca migas hingga mencapai USD 12,7 miliar di tahun 2018 (Gambar 1).

Selain karena defisit neraca migas Indonesia, harga *crude palm oil* (CPO) Indonesia terus menurun sejak empat tahun terakhir. Hal ini tentunya merupakan momentum yang tepat, karena pemerintah harus mendorong penyerapan CPO dalam negeri agar harga kembali stabil dan mengurangi ketergantungan impor solar. Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Kementerian ESDM, bahwa dengan adanya program perluasan mandatori biodiesel ini akan menghasilkan penghematan negara hingga USD 1.836,77 juta.



Sumber: Index Mundi, 2019 (data diolah kembali)

Gambar 2. Harga CPO 2009-2019 [3]

Dalam implementasinya mengalami banyak kendala, salah satunya adalah kendala distribusi. Pertamina memiliki 60 Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) yang menjadi titik campur antara *Fatty Acid Methyl Esters* (FAME) dan solar konvensional¹. Sehingga dalam pendistribusiannya banyak kendala yang muncul seperti logistik, kapal, alam, dll. Untuk mengatasi permasalahan ini pemerintah berencana untuk menyederhanakan pola distribusi FAME menjadi 10 titik pencampuran. Beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan salah satu metode yang digunakan untuk mencari optimasi sistem distribusi menggunakan *linear programming* yaitu untuk mencari biaya minimum pada transportasi dan distribusi [4]. Dengan adanya kajian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai efisiensi biaya yang diperoleh dengan melakukan simplifikasi jalur distribusi yang nantinya dapat dijadikan landasan untuk pengambilan kebijakan.

II. LANDASAN TEORI

A. Linear Programming

Linear programming atau optimisasi linear merupakan metode matematis untuk menentukan cara terbaik dalam memperoleh keuntungan yang maksimal (biaya yang minim) dengan menggunakan model matematis yang memiliki hubungan linear. Program linear dapat diaplikasikan untuk berbagai bidang studi, seperti ekonomi dan bisnis, dan bahkan permasalahan teknis seperti transportasi, energi, telekomunikasi, dan manufaktur. Metode ini sangat berguna digunakan untuk perencanaan, penentuan rute, penjadwalan, dan desain [5].

Linear programming digunakan untuk meminimasi dan maksimasi dari sebuah fungsi linear yang diformulasikan sebagai berikut:

$$\min \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

$$\text{s.t} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad i = 1, \dots, m \quad (3)$$

$$x_i \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

Dimana persamaan (1) merupakan fungsi objektif yang akan diminimasi. Koefisien c_1, \dots, c_n merupakan koefisien biaya dan x_1, \dots, x_n merupakan variabel yang ditentukan. Persamaan (2) merupakan konstrain, sedangkan persamaan (3) merupakan konstrain *non-negativity* [5].

B. Permasalahan Distribusi FAME

Biodisel atau FAME merupakan bahan bakar yang baik untuk dicampur dengan bahan bakar solar konvensional atau langsung digunakan pada mesin diesel secara langsung [6]. Sehingga bahan bakar ini layak untuk digunakan secara masif di seluruh Indonesia. Dalam proses distribusinya biodisel dihadapkan dengan beberapa tantangan, antara lain:

- Karakteristik biodisel yang mudah teroksidasi menyebabkan adanya perubahan kualitas dari biodisel apabila disimpan terlalu lama. Dimana pada penyimpanan yang lama akan memacu biodisel untuk memproduksi asam, aldehyd, *ketone*, dan alkohol. Adanya alkohol dan asam akan mempengaruhi *flash point* [7].
- Biodisel harus memiliki tangki penyimpanan yang kusus, akan lebih baik apabila disimpan di bawah tanah dan tidak terkena matahari. Beberapa penelitian menunjukkan apabila disimpan dengan *storage* berbahan polietilen biodisel akan mampu stabil hingga 380 hari [8].
- Permasalahan logistik menjadi masalah yang serius, perluasan mandarin menyebabkan peningkatan volume, sehingga muncul permasalahan logistik seperti kekurangan kapal, infrastruktur seperti kekurangan kapal, infrastruktur titik serah yang kurang memadai

¹ Bahan Rapat Koordinasi Mandatori B20, 10 Januari 2019

(storage, jetty, dll.), dan permasalahan administrasi.

- Malasah alam juga menjadi kendala dalam distribusi FAME, permasalahan alam mengakibatkan keterlambatan pengiriman FAME ke titik suplai.

III. METODOLOGI

Linear programming digunakan untuk mencari solusi terbaik dalam memperoleh keuntungan yang maksimal dan biaya yang minimal [9]. Salah satu penerapannya adalah untuk melakukan optimasi pola distribusi. Metodologi yang digunakan dalam melakukan optimasi jalur distribusi ini adalah dengan menggunakan *simplex linear programming*. Metode *simplex* menggunakan algoritma *pivot*, dimana penggunaannya paling efisien [10].

Adapun data yang diperlukan adalah data biaya ongkos angkut yang tertera pada Kepmen ESDM No. 91k/12/DJE/2019, *demand* FAME dari masing-masing titik serah, dan persediaan FAME di titik suplai. Setelah melakukan *running* optimisasi diperoleh biaya minium dari hasil simulasi yang akan dibandingkan dengan pola distribusi yang lama. Perhitungan keekonomian akan dihitung terkait penambahan fasilitas di masing-masing titik serah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pola Distribusi FAME saat ini

Saat ini pola distribusi FAME (Gambar 3) ke titik serah adalah dengan menggunakan pola distribusi ke 60 titik serah (TBBM) yang disuplai dari 20 titik suplai (Badan Usaha Bahan Bakar Nabati-BU BBN). Pertamina memiliki 60 TBBM yang dapat dijadikan sebagai fasilitas pencampuran (*blending*) antara FAME dengan solar konvensional. Perluasan program mandatory B20 untuk sektor *non PSO* mengakibatkan muncul beberapa permasalahan diantaranya masalah distribusi. Permasalahan distribusi ini menyebabkan biaya distribusi menjadi tidak efisien, dan pola distribusi kurang optimal. Dampaknya adalah terdapat kebocoran

solar konvensional yang tidak tercampur dengan FAME sehingga menyebabkan denda bagi Badan Usaha.

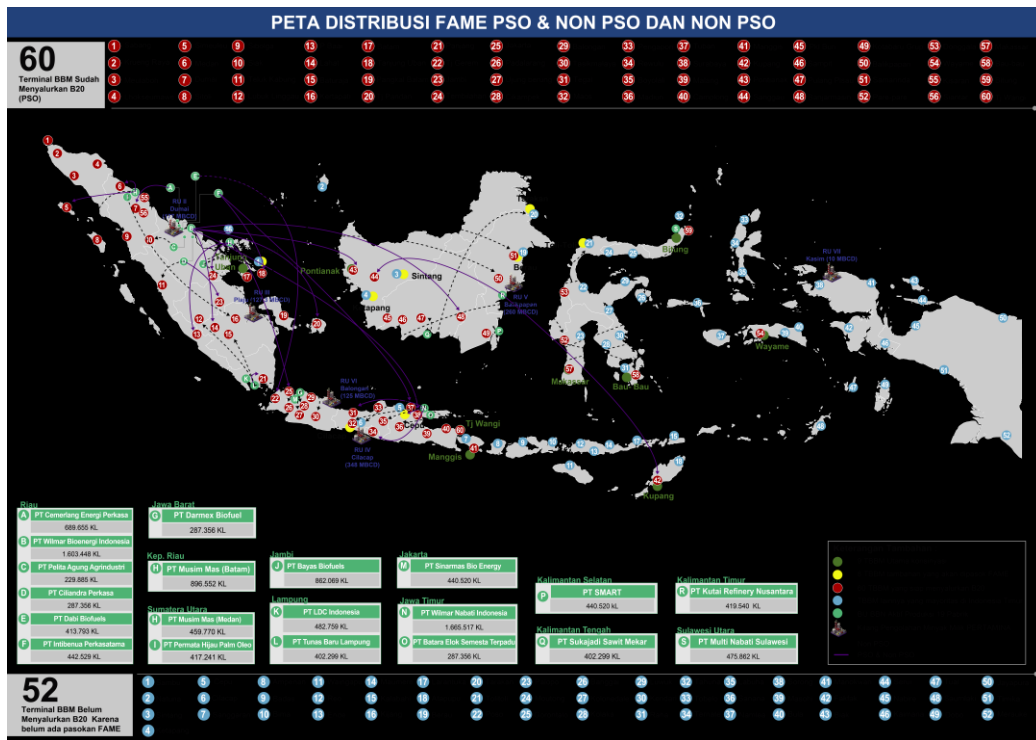
Dengan menggunakan pola distribusi lama ini kebocoran B-0 yang terjadi pada periode September hingga Oktober 2018 adalah sebesar 115.495 kilo liter atau dengan potensi denda sebesar Rp. 690.000.000.000,00. Tentunya ini sangat merugikan baik BU BBN maupun BU BBM. Di sisi lain pola distribusi ini menghasilkan total biaya distribusi sebesar Rp. 190.960.000.000,00 per bulan². Ketidakefisienan pola distribusi ini dikarenakan pensuplai FAME tidak melakukan suplai FAME ke titik serah terdekat, sehingga biaya distribusi menjadi tinggi.

Untuk mengatasi permasalahan distribusi ini dilakukan penyederhanaan pola distribusi, dari yang awalnya menggunakan 60 titik serah, disederhanakan menjadi 10 titik serah (Tabel 1) dimana titik serah ini merupakan sumber *input* dan *output* suplai bahan bakar minyak.

Tabel 1. List pemasok FAME dan tujuan suplai

List BU BBN	10 Titik Pencampuran
PT Cemerlang Energi Perkasa	
PT Wilmar Bioenergi Indonesia	
PT Pelita Agung Agrindustri	
PT Ciliandra Perkasa	TBBM Sambu
PT Darmex Biofuels	TBBM Tuban
PT Musim Mas	TBBM Pulau
PT Musim Mas	Laut
PT Wilmar Nabati Indonesia	RU II - Dumai & Pakning
PT Bayas Biofuels	RU III - Plaju (Kertapati)
PT SMART Tbk.	RU IV -
PT Tunas Baru Lampung	Cilacap
PT Nabati Multi Sulawesi	RU V -
PT Permata Hijau Palm Oleo	Balikpapan
PT Intibenua Perkasatama	RU - VI
PT Batara Elok Semesta Terpadu	Balongan
PT Dabi Biofuels	RU VII -
PT Sinarmas Bio Energy	Kasim
PT Kutai Refinery Nusantara	
PT Sukajadi Sawit Mekar	
PT LDC Indonesia	

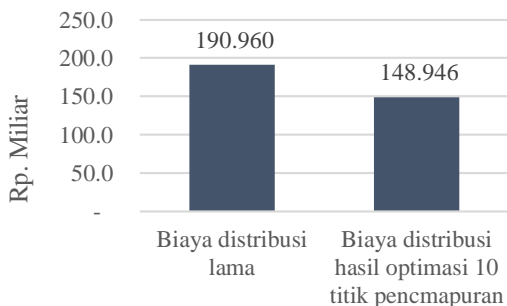
² Berdasarkan hasil kajian dan perhitungan Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian



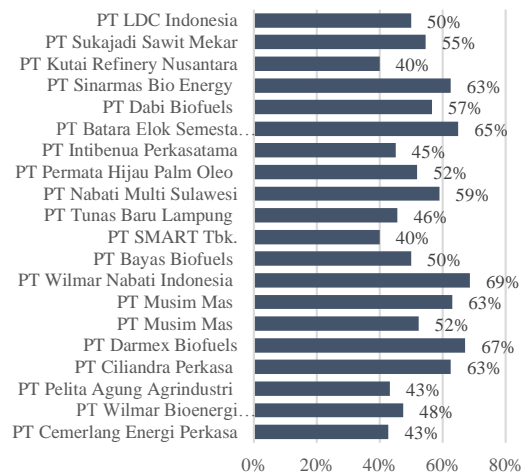
Gambar 3. Pola distribusi FAME saat ini
 Sumber: Hasil olahan Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2018

B. Hasil Simulasi Linear Programming

Simulasi metode *Simplex Method Linear Programming* menggunakan matrix data biaya ongkos angkut, suplai dan *demand*. Dari hasil simulasi diperoleh biaya minimum yang lebih murah dibandingkan dengan apabila menggunakan pola distribusi 60 titik pencampuran. Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa ada beberapa BU BBN yang tidak memperoleh alokasi, dikarenakan program hanya menghitung *supplier* terdekat dengan persediaan yang cukup untuk didistribusikan ke titik serah, sehingga perlu dilakukan pembagian alokasi hingga rata-rata total alokasi yang terserap adalah 53% (Gambar 4).



Gambar 4. Perbandingan biaya distribusi



Gambar 5. Persentase serapan FAME

Pembagian alokasi ini diperlukan agar menerapkan prinsip pemerataan dan tidak kurang dari 40%. Sedangkan biaya distribusi yang dihasilkan dengan menggunakan simulasi ini lebih murah yaitu sebesar Rp. 148.946.210.693,00. Sehingga terdapat selisih Rp. 42.013.789.307,00, dimana dalam setahun akan ada penghematan biaya pengiriman sebesar Rp. 504.165.471.680,00 (Gambar 4).

Tabel 2. Hasil simulasi optimasi *linear programming* dan *smoothing* serapan persediaan

TBBM	Medan	Sambu (Batam)	Tuban	Pulau Laut	RU II - Dumai & Pakning	RU III - Plaju (Kertapati)	RU IV - Cilacap	RU V - Balikpapan	RU VI - Balongan	RU VII - Kasim	Persediaan	Disalurkan
Supplier												
PT Cemerlang Energi Perkasa	-	-	-	126.869,8	99.526,8	68.965,5	-	-	-	-	689.655,0	295.362,1
PT Wilmar Bioenergi Indonesia	-	-	145.810,3	84.579,8	99.526,8	275.862,1	-	156.082,7	-	-	1.603.448,0	761.861,8
PT Pelita Agung Agrindustri	-	-	-	-	99.526,8	-	-	-	-	-	229.885,0	99.526,8
PT Ciliandra Perkasa	-	-	80.459,7	-	99.526,8	-	-	-	-	-	287.356,0	179.986,5
PT Darmex Biofuels	-	-	-	-	-	-	193.103,6	-	-	-	287.356,0	193.103,6
PT Musim Mas	-	-	-	-	-	174.785,2	-	201.379,2	-	-	717.241,6	376.164,4
PT Musim Mas	100.205,0	-	-	-	-	-	-	131.754,8	-	-	367.816,0	99.526,8
PT Wilmar Nabati Indonesia	-	-	308.086,0	-	-	-	-	578.954,4	-	27.780,0	1.332.413,6	914.820,4
PT Bayas Biofuels	-	-	-	-	-	344.827,6	-	-	-	-	689.655,2	344.827,6
PT SMART Tbk.	-	-	-	140.966,4	-	-	-	-	-	-	352.416,0	140.966,4
PT Tunas Baru Lampung	-	-	-	-	-	116.523,4	30.530,6	-	-	-	321.839,2	147.054,0
PT Nabati Multi Sulawesi	-	-	-	-	-	-	-	224.606,9	-	-	380.689,6	224.606,9
PT Permata Hijau Palm Oleo	40.082,0	84.456,0	-	-	-	-	-	48.926,8	-	-	333.792,8	173.464,8
PT Intibenua Perkasatama	60.123,0	-	-	-	99.526,8	-	-	-	-	-	354.023,2	159.649,8
PT Batara Elok Semesta Terpadu	-	-	149.425,1	-	-	-	-	-	-	-	229.884,8	149.425,1
PT Dabi Biofuels	-	-	-	-	99.526,8	17.722,2	-	-	70.174,4	-	331.034,4	187.423,4
PT Sinarmas Bio Energy	-	-	-	-	-	-	-	87.836,6	132.824,6	-	352.416,0	220.661,2
PT Kutai Refinery Nusantara	-	-	-	-	-	-	-	134.252,8	-	-	335.632,0	134.252,8
PT Sukajadi Sawit Mekar	-	-	97.206,9	78.822,0	-	-	-	-	-	-	321.839,2	176.028,9
PT LDC Indonesia	-	-	-	-	-	-	193.103,6	-	-	-	386.207,2	193.103,6
Kebutuhan	200.410,0	84.456,0	780.988,0	431.238,0	597.161,0	998.686,0	416.737,8	1.563.794,2	202.999,0	27.780,0		
Dipenuhi	200.410,0	84.456,0	780.988,0	431.238,0	597.161,0	998.686,0	416.737,8	1.563.794,2	202.999,0	27.780,0	5.304.250,0	5.304.250,0
Kekurangan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C. Implikasi Penyederhanaan Jalur Distribusi

Tabel 2. Hasil perhitungan investasi tambahan³

Titik Campur	Tangki	mixer	Land acquisition	Flow meter	Valve, konstruksi, dan mekanis	Jetty	Pompa umpan	Total biaya investasi (USD)
Medan	5,650,630	351,046	348,417	351,046	2,106,278	44,444	93,612	8,945,474
Sambu (Batam)	4,653,460	289,097	124,138	289,097	1,734,581	44,444	77,093	7,211,910
Tuban	43,210,700	2,684,471	972,454	2,684,471	16,106,828	44,444	715,859	66,419,228
Pulau Laut	11,966,040	743,392	165,234	743,392	4,460,352	44,444	198,238	18,321,093
RU II - Dumai & Pakning	33,239,000	2,064,978	1,289,048	2,064,978	12,389,868	44,444	550,661	51,642,977
RU III - Plaju (Kertapati)	55,841,520	3,469,163	731,968	3,469,163	20,814,978	44,444	925,110	85,296,347
RU IV - Cilacap	23,267,300	1,445,485	856,924	1,445,485	8,672,907	44,444	385,463	36,118,008
RU V - Balikpapan	86,753,790	5,389,593	4,719,561	5,389,593	32,337,555	44,444	1,437,225	136,071,760
RU VI - Balongan	11,301,260	702,093	226,527	702,093	4,212,555	44,444	187,225	17,376,196
RU VII - Kasim	1,528,994	94,989	11,531	94,989	569,934	44,444	25,330	2,370,212
Total Per Item	277,412,694	17,234,306	9,445,803	17,234,306	103,405,837	444,444	4,595,815	429,773,205
Rupiah	4,022,484,063,000	249,897,439,427	136,964,138,916	249,897,439,427	1,499,384,636,564	6,444,444,444	66,639,317,181	6,231,711,478,960

³Biaya investasi di-benchmark dari beberapa literatur [11] – [14]

Penyederhaan pola distribusi ini memiliki implikasi tersendiri, karena adanya peningkatan volume FAME di 10 titik sehingga perlu membangun infrastruktur tambahan seperti fasilitas tangki dan *jetty*. Berdasarkan hasil perhitungan investasi (Tabel 2) bahwa total investasi yang dibutuhkan untuk penyederhanaan pola distribusi ini adalah Rp. 6,2 triliun. Investasi terbesar dibutuhkan untuk membangun tangki *storage* FAME tambahan dimana investasinya mencapai Rp. 4,02 triliun.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari kajian ini adalah sebagai berikut:

- Penyederhanaan pola distribusi FAME menjadi 10 titik pencampuran berdasarkan hasil simulasi menghasilkan biaya distribusi yang lebih murah yaitu dengan selisih Rp. 42 miliar, sehingga dalam satu tahun akan ada penghematan biaya sebesar Rp. 504 miliar.
- Penyederhanaan pola distribusi FAME ini membutuhkan biaya investasi tambahan terutama untuk fasilitas tangki *storage* dan *jetty* dimana total investasinya mencapai Rp. 6.2 triliun.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] SKK Migas, "Laporan Keuangan SKK Migas 2017". 2017
- [2] Kementerian Perdagangan, 2019. "Neraca migas Indonesia 2014 – 2018"
- [3] Index Mundi, www.indexmundi.com/commodities/?commodity=palmoil&months=120. Diakses tanggal 29 September 2019
- [4] Khan M. A. "Transportation Cost Optimization Using Linear Programming," International Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering, Desember 2014.
- [5] Pilla, L., Desogus, G., Mura, S., Ricciu, R., & Francesco, M. "Optimizing the distribution of Italian building energy retrofit incentives with linear programming. Energy and Buildings," 2016. Vol 112. Hal 21-27.
- [6] Lubes, I. Z dan Zakaria M, "Analysis of Parameters for Fatty Acid Methyl Esters Production from Refined Palm Oil for Use as Biodiesel in the Single- and Two-stage Processes". Malaysian Journal of Biochemistry and Molecular Biology, 2009. hal. 5-9
- [7] Ashraful A. M, dkk. "Study of the Effect of "Storage Time on the Oxidation and Thermal" Energy Fuels 2014, vol 28, hal 1081–1089.
- [8] Komariah Leily N. dkk, "Storage tank materials for biodiesel blends; the analysis of fuel property changer," MATEC Web of Conferences, 2017.
- [9] S. Fagoyinbo, R. Y. Akinbo, I. A. Ajibode, Y. O. A. Olaniran, "Maximization of profit in manufacturing industries using linear programming techniques: Geepee Nigeria Limited", Mediterranean Journal of Social Sciences, Vol. 2, pp 97-105. 2011.
- [10] Balogun dkk. "Application Of Linear Programming In A Manufacturing Company In Feed Masters, Kulende, Kwar State." Researcher 2013;5(8). 2013.
- [11] Kruewan, M., 'Thailand Development Policy for Neighboring Countries: Dawei Development Project Case Study'. 2014
- [12] Nolan, Dennis P. "Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles for Oil, Gas, Chemical, and Related Facilities". Gulf Profesional Publishing. 2019
- [13] Karmee, Sanjib Kumar, dkk. "Techno-Economic Evaluation of Biodiesel Production from Waste Cooking Oil-A Case Study of Hongkong". International Journal of Molecular Sciences, Vol. 16, 4362 – 4371. 2015
- [14] Boedoyo, M. Sidik. "Teknologi Proses Pencampuran Biodiesel dan Minyak Solar Indonesia". Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, BPPT. 2006