

Optimasi Rute Pendistribusian Bahan Bakar Minyak (BBM) Pada PT. Pertamina Region IVc UPMS VIII -Ambon

Daniel B. Paillin^{*1)}, Johan M Tupan²⁾, Inka Lasamahu³⁾

^{1,2,3)}Jurusan, Teknik Industri, Universitas Pattimura, Kampus Poka, Ambon, 97233, Indonesia
Email: daniel.paillin@fatek.unpatti.ac.id, johan.tupan@fatek.unpatti.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas model binary integer linear programming dalam pemecahan Traveling Salesmen Problem (TSP) berdasarkan penghematan jarak dan waktu tempuh kapal. Salah satu kasus nyata dari permasalahan ini adalah menentukan rute kapal untuk pendistribusian BBM di kawasan Indonesia timur pada PT. Pertamina Region IVc UPMS VIII. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ILP mampu memberikan solusi optimum dengan persentase penghematan jarak sebesar 18.24% dan penghematan waktu sebesar 18.01% dari rute awal perusahaan.

Kata Kunci : bahan bakar minyak, *binary integer linier programming*, rute optimum, *traveling salesman problem*

1. Pendahuluan

Chopra dan Meindl (2013) mendefinisikan distribusi sebagai suatu rangkaian aktivitas pengiriman barang dari titik awal (produsen) ke titik akhir (konsumen) dalam suatu supply chain. Semakin banyaknya konsumen yang tersebar pada beberapa lokasi maka semakin banyak pula pilihan rute yang akan dipakai oleh perusahaan untuk pendistribusian barang pada konsumen dan tentunya dengan biaya, waktu dan jarak yang berbeda-beda. Untuk itu pendistribusian barang yang dilakukan haruslah diimbangi dengan penentuan rute yang tepat sehingga proses perpindahan produk tersebut tepat dan optimal.

Terminal BBM Wayame - Ambon merupakan salah satu unit operasi PT. Pertamina (Persero) suplai dan distribusi. Untuk wilayah pendistribusian Bahan Bakar Minyak (BBM) yakni mencakup propinsi Papua Barat, propinsi Papua, propinsi Maluku serta propinsi Maluku Utara. PT. Pertamina (Terminal BBM Wayame – Ambon) memiliki beberapa depot yang tersebar di 19 titik di lokasi yang berbeda yakni Manokwari, Merauke, Kaimana, Fak-Fak, Sorong, Biak, Nabire, Serui, Jayapura, Tobelo, Ternate, Labuha, Sanana, Bula, Masohi, Namlea, Tual, Dobo dan Saumlaki Proses pendistribusian produk menggunakan kapal Tanker untuk memenuhi permintaan dari 19 depot perbulannya. Dalam melakukan proses distribusi, perusahaan belumlah menemukan cara yang pasti untuk meminimumkan total jarak tempuh untuk mensuplai BBM ke depot-depot yang sudah ditentukan. Padahal jika total jarak tempuh diminimumkan maka proses distribusi produk tersebut dapat dilakukan dengan optimal dan efisien yang secara simultan akan berdampak pada waktu dan biaya distribusi yang minimum .

Permasalahan diatas lebih dikenal sebagai Traveling Salesman Problem (TSP) yaitu suatu perjalanan salesman dari satu tempat (kota) asalnya mengunjungi n-tempat (kota) tepat satu kali kemudian kembali ke tempat (kota) asalnya dengan jarak yang minimum, salesman dituntut untuk meminimumkan jarak rute yang seefisien mungkin agar mencapai total jarak tempuh kendaraan yang minimum sehingga proses pendistribusian dapat dilakukan dengan efektif. TSP termasuk *hard combinatorial problem* dengan demikian banyak teknik pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikannya. Salah satu metode yang dipakai untuk penyelesaian TSP adalah Integer Linier Programming (ILP) yaitu permasalahan optimalisasi yang memiliki fungsi tujuan, batasan yang linier serta variable bilangan bulat. Dalam hal ini ILP yang digunakan adalah model program integer 0-1 dengan nilai *decision variable* x_{ij} hanya bernilai 0 atau 1, dimana jika ada pengiriman pada depot maka x_{ij} bernilai 1 dan jika tidak berarti bernilai 0 (Rachman dkk, 2014)

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengimplementasikan model program integer 0-1 untuk pendistribusian BBM pada PT. Pertamina (Terminal BBM Wayame – Ambon) yang meminimumkan waktu dan jarak sehingga distribusi produk dapat menjadi lebih efisien.

2. Metode

Integer Linier Programming

Integer Programming (IP) merupakan bentuk lain dari Linear Programming (LP) yang muncul karena tidak semua variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan dengan kata lain asumsi divisibility melemah atau hilang samasekali (Nurkertamanda dkk., 2012)

Nari.N (2013) menyatakan Program integer 0-1 (PI Biner) merupakan bentuk khusus dari ILP dimana variable kontrolnya berharga nol atau satu. Formulasi umum dari PI Biner yaitu :

$$\text{Optimumkan} \quad : \quad Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1)$$

Kendala :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j (\leq, \geq, =) b_i \\ i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \\ x_j = 0 \text{ atau } 1 \quad (2)$$

Branch and Bound

Branch and bound (BB) merupakan merupakan algoritma yang digunakan untuk menentukan penyelesaian optimum pada masalah optimisasi, khususnya pada diskrit dan optimisasi kombinatorial (Paillin dan Tupan, 2018). Pada intinya algoritma ini menggunakan pendekatan enumerasi dengan cara meniadakan ruang pencarian yang tidak feasible.

Sesuai dengan namanya *branch and bound* memiliki dua alat yaitu *branching* dan *bounding*. *Branching* dilakukan dengan cara meng-cover daerah penyelesaian yang layak dengan beberapa sub daerah layak yang lebih kecil. *Bounding* dilakukan dengan cara menentukan nilai batas maksimum dan batas minimum untuk pemecahan optimum di dalam sub daerah yang layak.

Proses *branching* menggunakan skema *Breadth First Search (BFS)*. Simpul atau node yang munculkan dari awal adalah simpul yang berdekatan dengan simpul akar. Namun proses pemilihan simpul yang akan diperluas (simpul *expand*) tidak seperti pada *BFS* murni. Tidak seperti *BFS* murni yang memilih simpul *expand* berdasarkan urutan pembangkitan, pada algoritma *branch and bound* pemilihan simpul *expand* didasarkan pada nilai fungsi objektif.

Langkah-langkah dari masalah algoritma BB yaitu sebagai berikut (Cahyadi, 2008):

Step 1:

memeriksa ILP apakah kondisi berikut terpenuhi:

1. Subproblem tidak layak
 2. Solusi optimum yang dihasilkan subproblem dimana semua variabelnya bernilai bilangan bulat
 3. Hasil optimum untuk subproblem yang kurang dari (untuk kasus maksimum) batas bawah
- Jika semua kondisi diatas terpenuhi maka branch subproblem tidak diperlukan.

Step 2:

Penghapusan subproblem dimungkinkan dengan beberapa pertimbangan kondisi yaitu:

1. Subproblem tidak layak
2. Batas bawah (yang menunjukkan hasil optimum dari kandidat terbaik) seharusnya lebih besar dari nilai optimum subproblem.

Traveling Salesman Problem

Miller, et al (1960), mendefinisikan *TSP* sebagai suatu perjalanan salesman dari kota asal ke n-kota tujuan dan akan kembali ke kota asalnya dengan jarak yang minimum, setiap kota yang dikunjungi tidak boleh lebih dari satu kali dalam satu tour.

Dalam kasus penentuan rute formulasi model TSP dapat ditulis sebagai berikut: Jarak tempuh dari kota i ke kota j ditunjukkan oleh C_{ij} dengan N adalah banyaknya kota. Kemudian variabel keputusan X_{ij} didefinisikan yang memperlihatkan apakah ada tidaknya perjalanan salesman dari kota i ke kota j pada suatu rute sebagai berikut :

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{Jika terdapat perjalanan salesman dari } i \text{ ke } j \\ 0, & \text{Jika tidak ada perjalanan salesman dari } i \text{ ke } j \end{cases} \quad (3)$$

Persamaan (3) menunjukkan jika X_{ij} bernilai 1 maka salesman melakukan kunjungan dari kota i ke kota j , dan sebaliknya jika X_{ij} bernilai 0

Formulasi umum model program integer 0-1 untuk TSP adalah sebagai berikut :

$$\text{Minimumkan } (Z) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N C_{ij} X_{ij} \quad (4)$$

batasan,

$$\sum_{i=1}^N X_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (5)$$

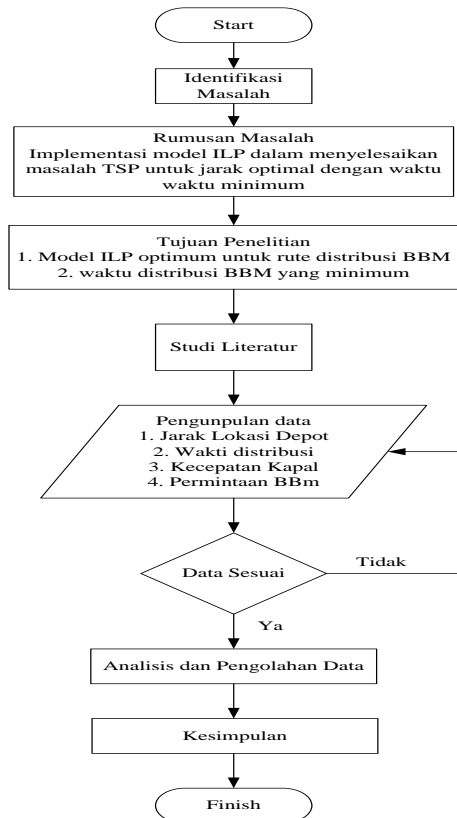
$$\sum_{j=1}^N X_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, N) \quad (6)$$

$$u_i - u_j + Nx_{ij} \leq N - 1 \quad (\text{untuk } i \neq j; i = 2, 3, \dots, N; j = 2, 3, \dots, N) \quad (7)$$

Untuk semua $X_{ij} = 1$ atau 0 dan untuk semua $u_j \geq 0$

Persamaan (4) merupakan fungsi tujuan yang menentukan total bobot total arc minimum yang termasuk dalam perjalanan. Persamaan (5) memastikan salesman tiba satu kali disetiap kota, persamaan (6) memastikan salesman meninggalkan setiap kota satu kali. Persamaan (7) memastikan tidak ada subtour yang infisible dan terbentuknya tour yang fisible.

Berikut adalah flowchart penelitian yang ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini:

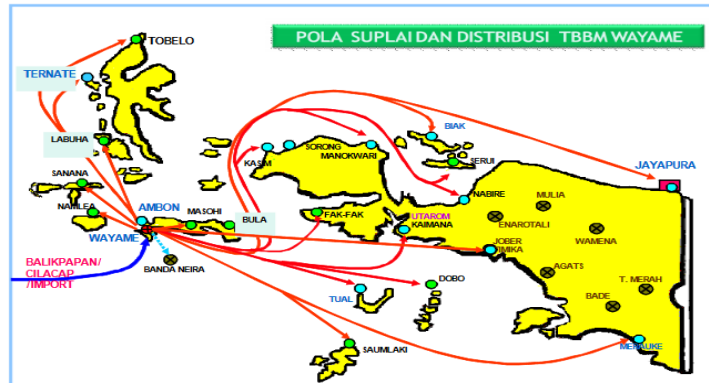


Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Deskripsi Sistem Distribusi BBM

Pendistribusian BBM untuk wilayah Indonesia timur dilakukan dengan menggunakan kapal Tanker dengan bobot 1500-3000, total muatan dalam rute tidak melebihi kapasitas angkut kapal dan didistribusi ke 19 depot yang berada pada propinsi Papua barat, propinsi Papua, propinsi Maluku Utara serta propinsi Maluku. Proses pendistribusian BBM selama ini tidak memiliki pola distribusi yang pasti, hal ini dikarenakan proses pendistribusian BBM dilayani berdasarkan permintaan dari masing masing depot yang ada. Gambar 2 dibawah ini adalah Peta distribusi BBM untuk wilayah Indonesia timur.



Gambar 2. Peta Wilayah Distribusi BBM

Kegiatan operasional Terminal BBM Wayame terdiri dari : 1. Penerimaan atau loading (dilakukan melalui 3 buah dermaga yang tersedia); 2. Penimbunan (kegiatan dilakukan pada masing-masing tangki timbun sesuai jenis BBM); 3. Penyaluran/backloading (kegiatan dilakukan melauai 3 dermaga ke kapal pengangkut untuk di distibusikan ke masing-masing depot)

Sistem distribusi pada Pertamina (Persero) Terminal BBM Wayame itu sendiri sudah ada, hanya saja pengiriman BBM belum terarah dengan pasti ke tiap depot. Untuk system distribusi dibagi atas 6 klaster untuk ke empat propinsi yang terdiri atas 19 depot(pelabuhan). Pemilihan klaster dilakukan dengan maksud untuk mengelompokan depot belum sesuai dengan posisi jarak jauh dan dekatnya lokasi suatu depot untuk dijangkau.

Data jarak tempuh adalah data jarak dari depot PT. Pertamina Region IVc Ambon menuju sejumlah pelabuhann (port) yang dituju dan juga jarak tiap port denga port lainnya.

Tabel 1. Jarak antar Pelabuhan Mil laut (sumber : PT. Pertamina IV Ambon – Wayame)

	Ambon	Biak	Bula	Dobo	Fakfak	Jayapura	Kaimana	Labuha	Manokwari	Masohi	Merauke	Nabire	Namlea	Sanana	Saumlaki	Serui	Sorong	Ternate	Tobelo	Tual
Ambon		631	251	386	347	913	396	155	545	75	811	595	82	178	408	692	332	308	466	347
Biak	631		454	728	528	291	710	540	116	692	1132	148	594	645	857	120	310	692	530	695
Bula	251	454		241	98	770	255	217	340	200	710	554	215	348	400	576	216	370	516	202
Dobo	386	728	241		200	1078	196	458	613	346	478	783	454	564	220	778	418	611	720	109
Fakfak	347	528	98	200		858	182	267	413	297	678	583	329	368	329	578	218	420	520	160
Jayapura	913	291	770	1078	858		160	890	425	963	1440	371	890	995	1207	310	660	1015	821	992
Kaimana	396	710	255	196	182	160		463	595	345	496	574	463	573	396	760	400	602	702	196
Labuha	155	540	217	458	267	890	449		425	205	954	595	112	180	563	590	230	90	240	429
Manokwari	545	116	340	613	413	425	595	425		577	1067	170	485	530	742	150	195	489	414	575
Masohi	75	692	200	346	297	963	345	205	577		788	747	132	228	408	742	382	358	516	307
Merauke	811	1132	710	478	678	1440	496	954	1067	788		1107	895	989	583	1193	833	1098	1135	532
Nabire	595	148	554	783	583	371	574	595	170	747	1107		652	700	912	102	365	686	609	690
Namlea	82	594	215	454	329	890	463	112	485	132	895	652		110	478	750	290	265	575	417
Sanana	178	645	348	564	368	995	573	180	530	228	989	700	110		586	695	335	371	442	525
Saumlaki	408	857	400	220	329	1207	396	563	742	408	583	912	478	586		907	547	716	874	200
Serui	692	120	576	778	578	310	760	590	150	742	1193	102	750	695	907		360	663	650	739
Sorong	332	310	216	418	218	660	400	230	195	382	833	365	290	335	547	360		383	302	379
Ternate	308	692	370	611	420	1015	602	90	489	358	1098	686	265	371	716	663	383		150	582
Tobelo	466	530	516	720	520	821	702	240	414	516	1135	609	575	442	874	650	302	150		681
Tual	347	695	202	109	160	992	196	429	575	307	532	690	417	525	200	739	379	582		681

Waktu tempuh merupakan waktu yang dibutuhkan oleh kapal dalam proses pendistribusian BBM. Kecepatan kapal serta waktu setup dan waktu loading discharging ditunjukkan pada tabel 3. Rumus perhitungan waktu tempuh sebagai berikut:

$$\text{Waktu tempuh} = \frac{d_{(ij)}}{v}$$

Keterangan: d_{ij} : Jarak tempuh (mil laut)
 v : Kecepatan kapal (mil/jam)

Untuk melakukan kegiatan loading dan discharging tersebut dibutuhkan 200 kl/jam tiap sehingga perhitungan waktu total adalah sebagai berikut :

Waktu Total = waktu setup + waktu Loading/discharging + jarak tempuh

Tabel 2. Kecepatan Kapal, Loading Dan Waktu Setup

Kecepatan rata-rata kapal	10 knot km/jam (18.52) =11.51 mph (mil/jam)
Loading dan discharging	200 kl/jam
Total waktu setup / pelabuhan	2 jam

(Sumber : Paillin,2009)

Berikut merupakan tabel demand dari tiap port yang akan dikunjungi

Tabel 3. Permintaan/ Port (sumber : PT. Pertamina IV Ambon – Wayame)

No	Depot	Kebutuhan BBM / Bulan (KL)
1	Merauke	2882,0
2	Saumlaki	1016,4
3	Tual	1525,7
4	Dobo	646,8
5	Fak-Fak	546,7
6	Namlea	502,7
7	Labuha	570,9
8	Ternate	4678,3
9	Tobelo	1444,3
10	Kaimana	2008,6
11	Sorong	6869,5
12	Masohi	928,4
13	Sanana	430,1
14	Biak	1378,3
15	Bula	337,7
16	Nabire	1285,9
17	Jayapura	6227,8
18	Manokwari	1534,5
19	Serui	645,7
	Total	33451,7

Pembagian lokasi kedalam beberapa Klaster

Berdasarkan rute awal lokasi distribusi BBM pada terminal BBM Wayame maka dilakukan pembagian klaster sebanyak 6 klaster yang dapat ditunjukkan pada tabel 4 s.d tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 4. Pembagian lokasi Klaster 1

Klaster I	Ambon	Merauke
Ambon	0	811
Merauke	811	0

Tabel 5. Pembagian lokasi Klaster 2

Klaster I	Ambon	Japura
Ambon	0	913
Jayapura	913	0

Tabel 6. Pembagian lokasi Klaster 3

Klaster III	Ambon	Tual	Dobo	Saumlaki
Ambon	0	347	386	408
Tual	347	0	109	200
Dobo	386	109	0	220
Saumlaki	408	200	220	0

Tabel 7. Pembagian lokasi Klaster 4

Klaster IV	Ambon	Masohi	Bula	Fakfak	Kaimana
Ambon	0	75	251	347	396
Masohi	75	0	200	297	345
Bula	251	200	0	98	255
Fakfak	347	297	98	0	182
Kaimana	396	345	255	182	0

Tabel 8. Pembagian lokasi Klaster 5

Klaster V	Ambon	Sorong	Manokwari	Nabire	Serui	Biak
Ambon	0	332	545	595	692	631
Sorong	332	0	195	365	360	302
Manokwari	545	195	0	170	150	116
Nabire	595	365	170	0	102	148
Serui	692	360	150	102	0	120
Biak	631	302	116	148	120	0

Tabel 9. Pembagian lokasi Klaster 6

Klaster VI	Ambon	Namlea	Sanana	Labuha	Ternate	Tobelo
Ambon	0	82	178	155	308	466
Namlea	82	0	110	112	265	575
Sanana	178	110	0	180	371	442
Labuha	155	112	180	0	90	240
Ternate	308	265	90	90	0	150
Tobelo	466	575	442	250	150	0

Model ILP untuk TSP

Untuk jalur distribusi tujuan tunggal (kluster 1 dan kluster 2) tidak dimodelkan karena ada satu depot tujuan sehingga tidak ada alternatif urutannya. Berikut ini adalah model matematik untuk kluster 3 s.d kluster 6.

- Model matematik untuk Kluster 3

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 C_{ij} X_{ij}$$

dengan batasan,

$$\sum_{i=1}^4 X_{ij} = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, 4)$$

$$\sum_{j=1}^4 X_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, 4)$$

$$u_i - u_j + Nx_{ij} \leq N - 1$$

- Model matematik untuk Kluster 5

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 C_{ij} X_{ij}$$

dengan batasan,

$$\sum_{i=1}^6 X_{ij} = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, 6)$$

$$\sum_{j=1}^6 X_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, 6)$$

$$u_i - u_j + Nx_{ij} \leq N - 1$$

- Model matematik untuk Kluster 4

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 C_{ij} X_{ij}$$

dengan batasan,

$$\sum_{i=1}^5 X_{ij} = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, 5)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, 5)$$

$$u_i - u_j + Nx_{ij} \leq N - 1$$

- Model matematik untuk Kluster 6

$$\text{Minimumkan } Z = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 C_{ij} X_{ij}$$

dengan batasan,

$$\sum_{i=1}^6 X_{ij} = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, 6)$$

$$\sum_{j=1}^6 X_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, 6)$$

$$u_i - u_j + Nx_{ij} \leq N - 1$$

Pemecahan kasus ini menggunakan algoritma *branch and bound* dan diolah dengan bantuan *software Lingo 11.0*

Rute Reguler/ Rute Awal PT. Pertamina Region IVc Ambon

Rute reguler merupakan rute yang biasanya dilalui oleh kapal untuk distribusi BBM

Tabel 10. Hasil Data Reguler PT. Pertamina Region IVc Ambon

Rute	Pelabuhan	Jumlah	
		Jarak (Mil)	Total Waktu
1	Ambon– Merauke– Ambon	1622	103.99
2	Ambon – Jayapura – Ambon	1826	131.72
3	Ambon – Dobo – Kaimana – Saumlaki – Tual – Ambon	1525	116.32
4	Ambon – Fakfak – Sorong – Manokwari – Tobelo - Ambon	1640	148.07
5	Ambon – Bula – Biak– Nabire – Serui – Ambon	1647	115.16
6	Ambon – Labuha – Sanana – Namlea – Ternate – Masohi – Ambon	1243	149.2
Total		9503	70.76

Penentuan Rute Menggunakan Algoritma *Branch and Bound*

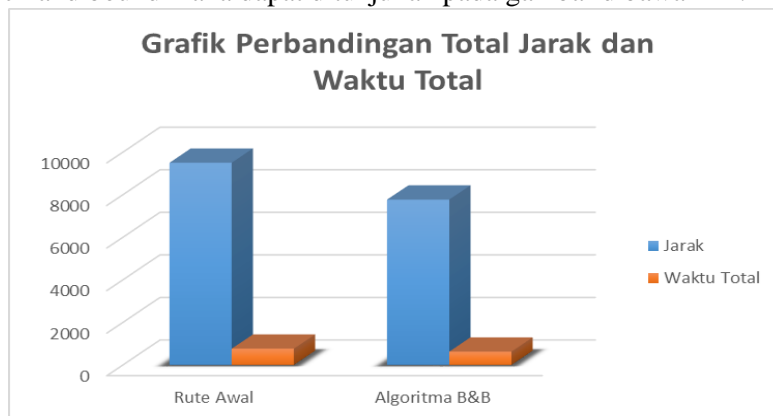
Berdasarkan 6 klaster wilayah distribusi dilakukan penyusunan rute baru berdasarkan letak pelabuhan yang berdekatan. Dari hasil pengolahan data diperoleh rute optimal berdasarkan algoritma *branch and bound* sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Pengolahan Data *Branch and Bound*

Rute	Pelabuhan	Jumlah	
		Jarak (Mil)	Total Waktu (Jam)
1	Ambon-Merauke-Ambon	1622	103.99
2	Ambon – Jayapura – Ambon	1826	131.72
3	Ambon – Tual – Dobo– Saumlaki – Ambon	1084	80.47
4	Ambon – Kaimana – Fakfak – Bula – Masohi – Ambon	951	78.44
5	Ambon– Nabire – Serui– Biak – Manukwari – Sorong– Ambon	1460	147.39
6	Ambon – Labuha – Tobelo– Ternate – Sanana – Namlea – Ambon	827	84.78
Total		7770	626.79

Analisa Perbandingan dengan Rute Reguler

Hasil perbandingan pada tabel diatas menunjukkan perubahan dari segi jarak akan mempengaruhi waktu total setiap rute. Antara rute awal/reguler dan rute hasil *branch and bound* dapat diperoleh selisih jarak tempuh sebesar 1733 mil dengan persentase penghematan sebesar 18,24%, selisih waktu total sebesar 137,67 jam dengan persentase penghematan sebesar 18.01%. Untuk lebih memperjelas hasil perbandingan yang diperoleh dari rute awal dengan algoritma *branch and bound* maka dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Perbandingan Total Jarak Tempuh dan Total Waktu

4. Simpulan

Berdasarkan berdasarkan model integer linier programming yang di implementasikan dapat membantu menyelesaikan masalah pendistribusian BBM sebagai berikut :

1. Rute optimum yang didapat adalah : rute 1 (Ambon-Merauke-Ambon) dengan jarak tempuh 1622 mil dan total waktu 103.99 jam; rute 2 (Ambon – Jayapura – Ambon) dengan jarak tempuh 1826 mil dan total waktu 131.72.99 jam; rute 3 (Ambon – Tual – Dobo– Saumlaki – Ambon) dengan jarak tempuh 1084 mil dan total waktu 80.47 jam; rute 4 (Ambon – Kaimana – Fakfak – Bula – Masohi– Ambon) dengan jarak tempuh 951 mil dan total waktu 78.44 jam; rute 5 (Ambon– Nabire – Serui– Biak – Manukwari – Sorong– Ambon) dengan jarak tempuh 1460 mil dan total waktu 147.39 jam; dan rute 6 (Ambon – Labuha – Tobelo

- Ternate – Sanana – Namlea – Ambon) dengan jarak tempuh 827 mil dan total waktu 84.78 jam.
2. Total penghematan yang didapat jika dibandingkan dengan rute regular/awal perusahaan dapat dilihat bahwa hasil perhitungan persentase penghematan algoritma branch and bound memiliki output efisiensi rute tempuh baik dari segi jarak sebesar 18.24%, dan waktu total 18.01%.

Daftar Pustaka

- Cahyadi. (2008). Formulasi TSP (Traveling Salesman Problem) Menggunakan ILP (Integer Linier Programming). Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, repository.ipb.ac.id
- Chopra, S. and Meindl, P. (2013). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation*. 5th edition. New Jersey: Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall
- Miller, C. E., Tucker, A. W., and Zemlin, R. A. (1960). Integer programming formulation of traveling salesman problems. *Journal of the ACM (JACM)*, 7(4), 326-329.
- Nurkertamanda, D., Saptadi, S., & Permanasari, A. (2012). Optimasi Cutting Stock Pada Industri Pematangan Kertas Dengan Menggunakan Metode Integer Linear Programming (Studi Kasus di Bhinneka – Semarang). *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 2(1), 46-54.
- Nari, N. (2013). Integer Programming dengan Pendekatan Metode Branch and Bound. *Jurnal sainstek*, Vol 5, No. 1, pp. 55-61.
- Paillin, D.B. (2009). Pemecahan Vehicle Routing Problem Dengan Karakteristik Fleet Mix Vehicle, Multiple Trips, Split Delivery, Multiple Products Dan Multiple Compartments Menggunakan Teknik Genetic Algorithm, Thesis, Industrial Engineering and Management, Institut Teknologi, Bandung
- Paillin. D.B dan Tupan. J.M (2018). Pemecahan Traveling Salesman Problem Menggunakan Teknik Branch and Bound dan Cheapest Insertion Heuristic (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri–Ambon). *Prosiding Seminar dan Konfrensi Nasional IDEC*. 110-120. (Surakarta, 7-8 Mei 2018).
- Rachman, Amar, and Adizty Suparno. (2018). Alokasi Ruang Operasi dengan Metode Binary Integer Linear Programming di Rumah Sakit Pmi Bogor. *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, vol. 8, no. 1, 2014.