

PENENTUAN RUTE ANGKUTAN TANDAN BUAH SEGAR (TBS) KELAPA SAWIT YANG OPTIMAL DENGAN METODE SAVING MATRIX

M. Hudori¹ & Sylvia Madusari²

¹Program Studi Manajemen Logistik

²Program Studi Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

Email : ¹m.hudori@cwe.ac.id, ²smadusari@cwe.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute angkutan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit yang optimal dengan menggunakan metode *Saving matrix*. Langkah pertama penggunaan metode *saving matrix* adalah mengidentifikasi matrik jarak antara pabrik kelapa sawit (PKS) dengan tempat pengumpulan hasil TPH induk di setiap *afdeling* serta jarak antar masing-masing TPH induk. Matrik penghematan (*saving*) dari dua rute yang berbeda dapat dihitung setelah matrik jarak diketahui. Berdasarkan matrik penghematan maka langkah selanjutnya adalah melakukan konsolidasi muatan, yaitu mengalokasikan muatan dari TPH induk ke kendaraan dan rute. Alokasi atau penggabungan ini dilakukan dengan memaksimalkan penghematan jarak yang terbesar dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan. Langkah selanjutnya adalah mengurutkan rute kunjungan untuk mendapatkan jarak perjalanan yang terpendek yang dapat ditempuh. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode *saving matrix* dalam menentukan rute pengangkutan TBS dapat memberikan penghematan yang cukup signifikan dalam setiap minggunya.

Kata Kunci

Manajemen Transportasi, TBS, *Saving Matrix*.

Abstract

This research aims to determine the optimal transportation of fresh fruit bunches (FFB) of palm oil using the Saving Matrix. The first step in the use of Saving Matrix method is to identify the distance matrix between palm oil mill (POM) with a main assembly point of bunch harvested (TPH) in division and the distance between each main TPH. A savings from two different routes that can be calculated after an unknown distance matrix. Based on the saving matrix then the next step is to consolidate the load, which allocates the load of main TPH to the vehicle and route. Allocation or merger is done with the greatest distance maximize saving by considering the capacity of the vehicle. The next step is to sort these visits to get the shortest travel distance that can be reached. The results of this study indicate that the use of saving matrix method in determining the transportation route for TBS can provide significant saving in each week.

Keywords

Transportation Management, FFB, Saving Matrix.

Pendahuluan

Latar Belakang

Dalam dunia bisnis, salah satu tujuan utama aplikasi manajemen rantai pasokan yaitu penurunan biaya (*cost reduction*) yang bisa dicapai dengan meminimalkan biaya logistik, misalnya dengan memilih alat atau model transportasi (Anatan dan Lena, 2008). Transportasi merupakan bagian dari pengertian distribusi (Salim, 2002). Menurut Pujawan dan Mahendrawathi (2010) kemampuan untuk mengelola jaringan distribusi merupakan satu komponen keunggulan kompetitif yang sangat penting bagi kebanyakan industri. Efisiensi sistem distribusi dapat dilakukan dengan menentukan rute pendistribusian untuk meminimalkan total jarak tempuh, dan lama perjalanan sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan kapasitas dan serta jumlah kendaraan yang ada.

PT Katingan Indah Utama (PT KIU), yang merupakan salah satu anak perusahaan MAKIN Group, adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang kelapa sawit. PT KIU memiliki banyak kebun kelapa sawit yang dibagi menjadi beberapa area. Dalam setiap area dibangun sebuah pabrik kelapa sawit (PKS) untuk pengolahan hasil tandan buah segar (TBS) kelapa sawit. Kendala yang sering dialami adalah terlambatnya pengiriman TBS ke PKS. Hal ini dikarenakan belum adanya pengaturan yang optimal dalam penentuan rute angkut TBS.

Pengangkutan TBS yang terjadi saat ini di PT KIU dilakukan menggunakan kendaraan *dumptruck* (DT). Pembagian DT untuk angkut TBS dilakukan berdasarkan rencana kerja kebun oleh Asisten *Heavy Equipment and Transportation* (HET). Penentuan rute bersifat intuisi, rute pengangkutan yang dilalui ditentukan sendiri oleh supir DT dengan cara memilih jarak yang dirasa pendek untuk sampai ke PKS. Karena sifatnya hanya intuisi, maka setiap supir akan mempunyai keputusan yang berbeda di dalam menentukan rute perjalanannya sehingga dampak yang timbul dari keputusan yang diambil oleh mereka juga akan beragam.

Ada empat hal yang menjadi sasaran kelancaran transportasi TBS menurut Pahan (2011), yaitu menjaga asam lemak bebas atau *free fatty acid* (FFA) yang berhubungan dengan mutu produk akhir, kapasitas atau kelancaran pengolahan di PKS, keamanan TBS di lapangan, dan biaya transportasi yang minimum. Jika transportasi TBS tidak lancar, maka akan terjadi keterlambatan pengangkutan TBS ke PKS sehingga sasaran di atas tidak akan tercapai. Masalah FFA merupakan masalah yang paling krusial karena dapat menimbulkan dampak kerugian yang cukup signifikan (2016a). Hudori dan Muhammad (2015) mengemukakan bahwa salah satu penyebab FFA adalah buah *over ripe*. Sedangkan salah satu penyebab *over ripe* itu sendiri adalah buah restan di lapangan yang tidak terangkut karena kurangnya alat transportasi yang digunakan untuk mengangkut hasil panen (Hudori, 2015). Oleh karena itu, membuat rencana kebuuhan jumlah alat transportasi yang tepat sangat diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut (Hudori, 2016a; Hudori, 2016b).

M. Hudori & Sylvia
Madusari

Penentuan Rute Angkutan
Tandan Buah Segar (TBS)
Kelapa Sawit Yang Optimal
dengan Metode *Saving*
Matrix

Namun, sering sekali karena alasan penghematan biaya transportasi, apa yang dikemukakan oleh Hudori (2016b) tersebut, menjadi kurang efisien untuk direalisasikan sepenuhnya karena sisa muatan yang terlalu sedikit. Kalaupun direalisasikan dengan cara menggabungkan muatan antara satu *afdeling* dengan *afdeling* lainnya, maka akan mengakibatkan jarak tempuh kendaraan menjadi lebih jauh dan waktu tempuh menjadi lebih lama sehingga pada akhirnya kendaraan akan terlambat sampai di tujuan.

Dalam mengatasi masalah keterlambatan tersebut, maka dibutuhkan perencanaan yang matang dalam menentukan rute angkutan TBS yang optimal. Permasalahan rute tersebut termasuk dalam *vehicle routing problem*. Salah satu metode distribusi yang dapat digunakan dalam hal ini adalah metode *Saving Matrix*.

Metode *Saving Matrix* dapat meminimalkan total jarak dan total biaya dalam pendistribusian kain mori (Huda *et al*, 2013). Hasil penelitian lain dalam penentuan rute berdasarkan kapasitas kendaraan, menyimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *Clark And Wright Saving Heuristik* yang prinsipnya sama dengan metode *saving matrix* berhasil memberikan kontribusi penghematan total jarak tempuh dan penghematan biaya transportasi perhari dibandingkan dengan rute perusahaan (Purnomo, 2010).

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan permasalahan, yaitu bagaimana penentuan rute angkutan TBS yang optimal dari TPH ke PKS dengan metode *Saving Matrix*?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara menentukan rute angkutan TBS yang optimal dari TPH ke PKS dengan metode *Saving Matrix*.

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kajian ini hanya dilakukan di Kebun Mentaya PT KIU.
2. Data yang digunakan adalah data yang diperoleh dari PT KIU berdasarkan data historis dan hasil wawancara.
3. Pembahasan masalah hanya sampai pada penentuan rute angkut TBS dengan metode *Saving Matrix*.
4. Penelitian ini tidak membahas tentang perhitungan biaya.

Asumsi

Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Semua sarana dan prasarana atau infrastruktur jalan maupun jembatan yang ada di Kebun Mentaya dalam kondisi baik sehingga layak untuk dilalui.

2. Jarak dianggap linear atau berbanding lurus dengan waktu. Artinya, jika jarak yang ditempuh pendek maka waktu yang diperlukan juga cepat. Sebaliknya jika jarak yang ditempuh panjang maka akan memerlukan waktu yang lama untuk sampai tujuan.

Metodologi

Penelitian ini dilakukan di Kebun Mentaya, Kalimantan Tengah, yang merupakan salah satu unit usaha dari PT KIU. Pengumpulan data dilakukan dengan cara penelusuran arsip perusahaan, yaitu arsip yang terkait dengan penelitian ini yang berasal dari perusahaan. Data yang diharapkan adalah data produksi TBS setiap blok per hari, data jadwal *kapveld* panen tiap *afdeling*, dan peta Kebun Mentaya. Sedangkan informasi lain yang sifatnya tidak tertulis akan dikumpulkan melalui proses wawancara dengan narasumber, yaitu *staff* yang ada di Departemen Agronomi dan Departemen HET (*Heavy Equipment and Transportation*).

Pengolahan data dilakukan dengan perhitungan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Adapun tahap-tahap pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jadwal *kapveld* panen.
Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan jadwal *kapveld* panen tiap *afdeling*. Jadwal *kapveld* panen ditentukan berdasarkan data hasil produksi TBS harian per-blok di kebun Mentaya. Setelah diperoleh jadwal *kapveld* panen, maka dapat dihitung rata-rata hasil panen per-blok setiap harinya.
2. Mengidentifikasi matrik jarak.
Pada langkah ini yang dilakukan adalah menghitung jarak antara TPH induk ke tempat tujuan, yaitu PKS, serta jarak antar TPH induk. Jarak tersebut diperoleh dari hasil wawancara dari pihak perusahaan (unit distribusi) mengenai panjang dan lebar blok kebun. Berdasarkan wawancara tersebut, jarak dihitung dengan menggunakan asumsi panjang dan lebar blok kebun.
3. Mengidentifikasi matrik penghematan (*saving matrix*).
Pada awal langkah ini diasumsikan bahwa setiap TPH induk akan dikunjungi oleh satu truk secara eksklusif. Dengan kata lain, akan ada rute sejumlah TPH induk yang berbeda dengan satu tujuan masing-masing. *Saving matrix* merepresentasikan penghematan yang bisa direalisasikan dengan menggabungkan dua TPH induk ke dalam satu rute.

Penggabungan rute tersebut dihitung dengan menggunakan rumus (Pujawan dan Mahendrawati, 2010):

$$S(x, y) = J(Pabrik, x) + J(Pabrik, y) - J(x, y) \quad (1)$$

di mana:

$S(x, y)$ = Penghematan jarak

M. Hudori & Sylvia
Madusari

Penentuan Rute Angkutan
Tandan Buah Segar (TBS)
Kelapa Sawit Yang Optimal
dengan Metode *Saving*
Matrix

$J(Pabrik,x)$ = Jarak pabrik dengan TPH I $J(Pabrik,y)$ = Jarak pabrik dengan TPH II $J(x,y)$ = Jarak TPH I dengan TPH II

4. Mengalokasikan TPH induk ke kendaraan dan rute.

Setelah didapat tabel penghematan (*saving matrix*), maka selanjutnya adalah mengalokasikan beban TPH induk ke kendaraan atau rute. Untuk memaksimalkan penghematan, pengalokasian dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

- Awalnya setiap TPH induk dialokasikan pada rute yang berbeda.
- Alokasi tiap TPH induk ke rute yang berbeda bisa digabungkan sampai pada batas kapasitas truk yang ada.
- Penggabungan akan mulai dari nilai penghematan terbesar.
- Penggabungan diulangi sampai tidak ada lagi kombinasi yang memungkinkan.

5. Mengurutkan TPH induk dalam rute yang sudah terdefinisi.

Setelah alokasi TPH induk ke rute dilakukan sehingga didapatkan gabungan rute dengan muatan kendaraan, langkah berikutnya adalah menentukan urutan kunjungan. Pada prinsipnya, tujuan dari pengurutan ini adalah untuk meminimumkan jarak perjalanan truk, karena rute yang berbeda dapat mempengaruhi jarak tempuh.

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dalam kajian ini berasal dari laporan harian produksi TBS di Kebun Mentaya yang sudah dilaporkan ke kantor pusat. Data yang diambil merupakan data laporan harian produksi TBS per blok mulai Bulan Januari 2015 hingga Bulan Maret 2015. Berdasarkan data tersebut maka dapat diperoleh rata-rata produksi per hari, seperti terlihat pada Tabel 1 dan jadwal *kapveld* panen per hari, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Rata-rata produksi TBS per Hari (PT KIU)

Afdeling	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
	Produksi TBS (Kg)	Produksi TBS (Kg)	Produksi TBS (Kg)	Produksi TBS (Kg)	Produksi TBS (Kg)	Produksi TBS (Kg)
Afd 1	63.643	57.460	37.409	31.037	21.527	12.960
Afd 2	68.749	47.165	36.201	20.776	16.963	28.242
Afd 3	25.790	37.419	18.234	21.572	30.162	12.655
Afd 4	51.928	51.855	58.005	43.330	21.852	12.019
Afd 5	17.334	13.655	15.663	9.497	5.207	11.457
Afd 6	21.932	14.571	9.585	8.932	8.828	6.540
Afd 7	14.342	20.901	16.616	8.801	10.519	-
Total	263.719	243.026	191.714	143.946	115.058	83.872

Untuk menentukan rute dibutuhkan data mengenai kendaraan yang digunakan dalam pengangkutan TBS di Kebun Mentaya. Adapun informasi yang digunakan adalah informasi mengenai berapa jumlah kendaraan yang disediakan. Selain itu jenis dan kapasitas muatan kendaraan itu sendiri juga perlu diketahui. Hal ini berhubungan dalam menentukan penggabungan rute yang akan dilaksanakan. Banyak jenis kendaraan yang digunakan di perusahaan untuk pengangkutan buah TBS. Jenis kendaraan yang digunakan ditentukan berdasarkan kondisi dan

topografi lahan yang ada. Jika lahan datar maka cukup dengan menggunakan *dumptruk*, akan tetapi jika lahan terjal atau berbukit maka perlu digunakan traktor. Penggunaan jenis kendaraan yang paling tepat digunakan di Kebun Mentaya ini adalah jenis kendaraan *dumptruck* (DT) karena kondisi lahannya yang datar. Adapun data jenis kendaraan yang digunakan di Kebun Mentaya adalah merek Hino Dutro tipe DT PS 130 HD 6.4 dengan kapasitas angkut 7 ton TBS.

M. Hudori & Sylvia Madusari
Penentuan Rute Angkutan Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Yang Optimal dengan <i>Metode Saving</i> <i>Matrix</i>

Tabel 2 Jadwal *Kapveld* Panen per Hari (PT KIU)

Hari	Nama Blok (Afd 1)	Nama Blok (Afd 2)	Nama Blok (Afd 3)	Nama Blok (Afd 4)	Nama Blok (Afd 5)	Nama Blok (Afd 6)	Nama Blok (Afd 7)
Senin	M22,M23, M24,M25, M26	L22,L23, L24,L25, L26	L18,L19, L20,L21	M13,M14, M15,M16	O5,O6, O7,O8	Q4,Q5, Q6,Q7	R12,R13, R14,R15, R16,R17, R17A,R18, R19,S14, S15
Selasa	M27,M28, M29,M30, M31,M32, M33	K23,K24, K25,K26, K27,K28, K29	J13,J14, J15,J16, J17,J18, J19,J20, J21	M15,M16, M17,M18, M19	N3,N4, N5,N6, N7,O2, O3,O4, O5,O6	Q1,Q2, Q3	Q15,Q16, Q17,Q18, Q19
Rabu	N28,N29, N30,N31, N32,N33	J28,J29, J30,J31, K28,K29, K30,K31	K17,K18, K19,K20, K21	N14,N15, N16,N17, N18,N19	N7,N8, N9,N10, N11	P1,P2, P3,P4, P5	P17,P18, P19,P19A, P20,P20A, P20B,Q19, Q20
Kamis	O27,O28, O29,O30, O31,O32, P27,P28, P29,P30	J22,J23, J24,J25, J26,J27, J28,J29	K13,K14, K15,K16, K17	N12,N13, N14,O12, O13	M8,M9, M10,M11	P6,P7, P8	P13,P14, P15,P16, P17
Jumat	N22,N23, N24,N25, N26,N27, O22,O23, O24,O25	H23,H24, H25,H26, H27,I23, I24,I25, I26,I27	L10,L11, L12,L13, L14	O13,O14, O15,O16, O17,O18, O19	M3,M4, M5,M6, M7	P9,P10, P11	P12,Q12, Q13,Q14
Sabtu	M20,M21, N20,N21, O20,O21	L25,L26, L27,L28, L29,L30, L31	L14,L15, L16,L17, L18,L19	M12,M13, M14	O7,O8, O9,O10, O11	Q8,Q9, Q10,Q11	-

Selain itu, untuk menentukan jarak dari PKS dengan TPH induk maupun antar lokasi TPH induk, dibutuhkan peta blok Kebun Mentaya. Peta Kebun Mentaya dapat dilihat pada Gambar 1.

Jika dilihat dari Gambar 1 maka dapat dilihat terdapat 7 *afdeling* yang ada di Kebun Mentaya. *Afdeling* dengan luas yang paling kecil adalah *afdeling* 7. Setiap *afdeling* memiliki luas yang berbeda dan memiliki jumlah blok yang berbeda-beda. Berdasarkan blok-blok kebun tersebut maka dapat dihitung jarak dari PKS dengan TPH induk maupun antar lokasi TPH induk dengan mengetahui panjang dan lebar blok yang ada. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak terkait, setiap blok yang sempurna mempunyai panjang 1.000 m dan lebar 300 m per blok.

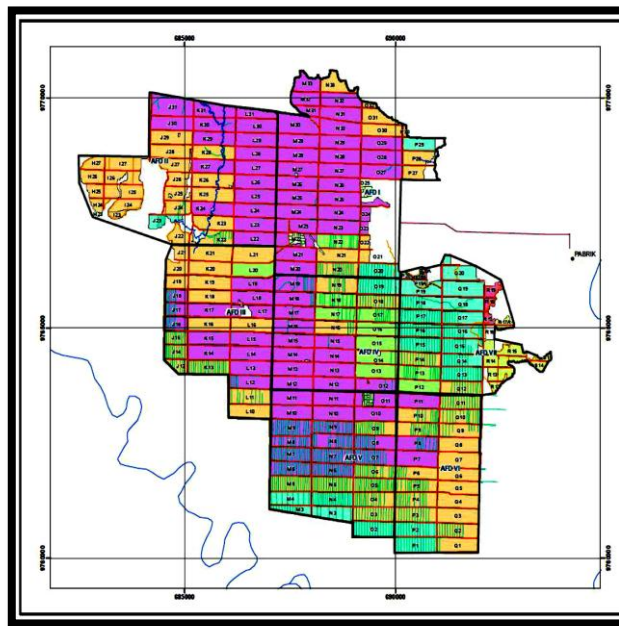
Pengolahan Data

Berdasarkan data di atas maka akan dilakukan pengolahan data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan jadwal *kapveld* panen.
Jadwal *kapveld* panen tiap *afdeling* telah ditentukan sebelumnya oleh pihak perusahaan, seperti terlihat pada Tabel 2.

2. Mengidentifikasi matrik jarak.

Berdasarkan panjang 1.000 m dan lebar 300 m per blok serta peta Kebun Mentaya yang terdapat pada Gambar 1, maka didapatkan data jarak PKS dengan masing-masing TPH induk di setiap afdeling dan juga antar TPH induk. Hasil dari matrik jarak ini nantinya akan digunakan yang untuk menghitung matrik penghematannya. Dalam pengangkutan TBS ini, semua kendaraan *dumprtruck* memulai dan mengakhiri perjalanan pengangkutannya di satu tempat yaitu pool kendaraan. Pool kendaraan ini berada di samping PKS. Matrik jarak hasil identifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 1 Peta Blok Kebun Mentaya (PT KIU)

Tabel 3 Matrik Jarak (dalam Km)

Dari \ Ke	PKS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
PKS	0							
A1	9,2	0						
A2	10,2	1	0					
A3	9	2,2	1,2	0				
A4	10,8	4	3	3,1	0			
A5	9,9	7,8	8,1	7,2	5,4	0		
A6	11,7	10,4	10,9	9,5	7,7	3,3	0	
A7	8,7	7,7	8,2	6,8	5,3	5,4	3,7	0

Keterangan simbol:

- PKS : Pabrik Kelapa Sawit
- A1 : TPH induk di *kapveld* panen afdeling 1
- A2 : TPH induk di *kapveld* panen afdeling 2
- A3 : TPH induk di *kapveld* panen afdeling 3
- A4 : TPH induk di *kapveld* panen afdeling 4
- A5 : TPH induk di *kapveld* panen afdeling 5
- A6 : TPH induk di *kapveld* panen afdeling 6
- A7 : TPH induk di *kapveld* panen afdeling 7

Dalam matrik jarak dapat dilihat jarak terjauh dari PKS adalah dengan *Afdeling* 6, yaitu sebesar 11,7 Km, sedangkan jarak terpendek dari PKS adalah dengan *Afdeling* 7, yaitu sebesar 8,7 Km. Jarak terpendek antar *Afdeling* adalah antara *Afdeling* 1 dan *Afdeling* 2, hal ini karena *kapveld* yang di panen berdampingan.

3. Mengidentifikasi matrik penghematan (*saving matrix*).

Setelah didapatkan jarak, langkah selanjutnya yang akan dilakukan adalah menghitung matrik penghematannya. Pada awalnya jika kita mengasumsikan bahwa setiap TPH akan dialokasikan dalam tiap kendaraan maka akan ada 7 rute yang terjadi. Tetapi jika kita bisa menggabungkan tujuan dalam satu rute maka akan dapat diperoleh penghematan jarak.

Untuk melakukan penghematan jarak dapat dihitung menggunakan rumus persamaan (1). Sebagai contoh dari rumus persamaan (1), jika kita ingin menghitung jarak penghematan antara dua rute yaitu antara rute 1 dan rute 2 (rute 1 = PKS – TPH induk *Afdeling* 1 (x) – PKS, dan rute 2 = PKS – TPH induk *Afdeling* II (y) – PKS). Dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S(A1,A2) &= 9,2 + 10,2 - 1 \\ S(A1,A2) &= 18,4 \end{aligned}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} S(A1,A2) &= \text{Penghematan jarak dari A1 ke A2} \\ J(PKS,x) &= \text{Jarak dari PKS ke A1} = 9,2 \text{ Km} \\ J(PKS,y) &= \text{Jarak dari PKS ke A2} = 10,2 \text{ Km} \\ J(x,y) &= \text{Jarak dari A1 ke A2} = 1 \text{ Km} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa jika rute 1 dan rute 2 digabungkan dalam satu rute maka penghematan jarak yang didapat adalah sebesar 18,4 Km. Perhitungan penghematan jarak pada setiap rute dengan menggabungkan dua rute yang berbeda dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4 Matrik Penghematan Jarak (dalam Km)

Ke Dari	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	0						
A2	18,4	0					
A3	16	18	0				
A4	16	18	16,7	0			
A5	11,3	12	11,7	15,3	0		
A6	10,5	11,0	11,2	14,8	18,3	0	
A7	10,2	10,7	10,9	14,2	13,2	16,7	0

4. Mengalokasikan TPH induk ke kendaraan dan rute.

Dalam mengalokasikan TPH ke dalam kendaraan dan rute, dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan yang ada, tidak melebihi 7 Ton. Berdasarkan data rata-rata harian produksi TBS pada Tabel 1, didapatkan berapa kali perjalanan (*trip*) yang harus dilakukan. Selain itu, untuk muatan sisa atau muatan yang tidak dapat

terangkut menjadi pertimbangan dalam penggabungan rute. Muatan sisa tersebut yang menjadi dasar dalam menentukan rute dengan memperhatikan muatan sisa. Adapun muatan sisa tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Muatan Sisa Yang Akan Dikonsolidasikan pada Hari Senin

<i>Afdeling</i>	<i>Produksi TBS (Ton)</i>	<i>Jumlah Trip</i>	<i>Muatan Sisa (Ton)</i>
Afd 1	63,643	9	0,643
Afd 2	68,749	9	5,749
Afd 3	25,790	3	4,790
Afd 4	51,928	7	2,928
Afd 5	17,334	2	3,334
Afd 6	21,932	3	0,932
Afd 7	14,342	2	0,342

Berdasarkan Tabel 4, akan dilakukan pengurutan rute berdasarkan penghematan terbesar yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Urutan Hasil Penggabungan Rute

<i>Ranking</i>	<i>Gabungan Rute</i>			<i>Saving (Km)</i>
1	A1	–	A2	18,4
2	A5	–	A6	18,3
3	A2	–	A3	18,0
4	A2	–	A4	18,0
5	A3	–	A4	16,7
6	A6	–	A7	16,7
7	A1	–	A3	16,0
8	A1	–	A4	16,0
9	A4	–	A5	15,3
10	A4	–	A6	14,8
11	A4	–	A7	14,2
12	A5	–	A7	13,2
13	A2	–	A5	12,0
14	A3	–	A5	11,7
15	A1	–	A5	11,3
16	A3	–	A6	11,2
17	A2	–	A6	11,0
18	A3	–	A7	10,9
19	A2	–	A7	10,7
20	A1	–	A6	10,5
21	A1	–	A7	10,2

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6, penggabungan rute yang dilakukan dimulai berdasarkan nilai penghematan terbesar karena tujuan dari metode ini adalah meminimalkan jarak tempuh. Dari matrik penghematan kemudian diurutkan berdasarkan ranking dengan penghematan terbesar.

Berdasarkan Tabel 6, penghematan terbesar terjadi dalam rute A1-A2 yaitu sebesar 18,4 Km. Jumlah muatan untuk A1 adalah 0,643 Ton dan muatan A2 adalah 5,749 Ton, jika ditotal jumlah dari kedua TPH tersebut adalah 6,392 Ton. Jumlah tersebut tidak melebihi kapasitas truk, sehingga kedua TPH dapat digabungkan dalam satu rute.

Penggabungan diulangi sampai tidak ada lagi kombinasi yang memungkinkan. Untuk lebih jelasnya hasil penggabungan rute dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Ringkasan Hasil Penggabungan Rute untuk Hari Senin

Rute	Tujuan	Muatan Gabungan (Ton)
Rute 1	A1-A2	6,392
Rute 2	A5-A6-A7	4,609
Rute 3	A3	4,790
Rute 4	A4	2,928

M. Hudori & Sylvia

Madusari

Penentuan Rute Angkutan

Tandan Buah Segar (TBS)

Kelapa Sawit Yang Optimal

dengan Metode Saving

Matrix

Dari penggabungan rute yang ada, maka dapat diperoleh penghematan jarak sebesar 53,4 Km. Penghematan ini didapat dari penghematan rute 1 sebesar 18,4 Km, rute 2 sebesar 18,3 Km serta penggabungan TPH A7 ke dalam rute 2 sebesar 16,7 Km.

5. Mengurutkan TPH induk dalam rute yang sudah terdefinisi.

Setelah penggabungan TPH dalam rute dan kendaraan, maka langkah selanjutnya adalah mengurutkan rute yang sudah digabung. Pengurutan rute ini bertujuan untuk meminimumkan jarak perjalanan truk yang dilalui. Karena pada kenyataannya jika urutan kunjungan rute yang dilalui berbeda, maka jarak yang ditempuh juga berbeda.

Setiap rute dimulai dari titik 0 yaitu PKS sebagai pool kendaraan serta berakhir juga di PKS sebagai tujuan akhir pengiriman TBS. Untuk rute 1 pengurutan rute yang terjadi hanya ada 2 macam yaitu:

$$\begin{aligned} \text{a. Rute 1a} &= (\text{PKS}, \text{A1}) + (\text{A1}, \text{A2}) + (\text{A2}, \text{PKS}) \\ &= 9,2 + 1 + 10,2 \\ &= 20,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Rute 1b} &= (\text{PKS}, \text{A2}) + (\text{A2}, \text{A1}) + (\text{A1}, \text{PKS}) \\ &= 10,2 + 1 + 9 \\ &= 20,4 \end{aligned}$$

Karena rute 1 hanya memiliki 2 macam urutan rute dan total jarak yang ditempuh masing-masing adalah sama, maka untuk rute 1 pemilihan urutan rute tidak memiliki masalah.

Pengurutan kunjungan TPH ke dalam rute berfungsi untuk menentukan kunjungan pertama ke kunjungan selanjutnya hingga kunjungan terakhir dengan pertimbangan jarak terpendek. Ringkasan hasil pengurutan rute dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 8 Pengurutan Rute Kunjungan TPH untuk Hari Senin

Rute	Tujuan	Muatan Gabungan (Ton)	Rute	Jarak (Km)
Rute 1	A1-A2	6,392	P-A1-A2-P	20,4
			P-A2-A1-P	20,4
Rute 2	A5-A6-A7	4,609	P-A5-A6-A7-P	25,6
			P-A5-A7-A6-P	30,7
			P-A6-A7-A5-P	30,7
			P-A6-A5-A7-P	29,1
			P-A7-A5-A6-P	29,1
			P-A7-A6-A5-P	25,6
Rute 3	A3	4,790	P-A3-P	18,0
Rute 4	A4	2,928	P-A4-P	21,6

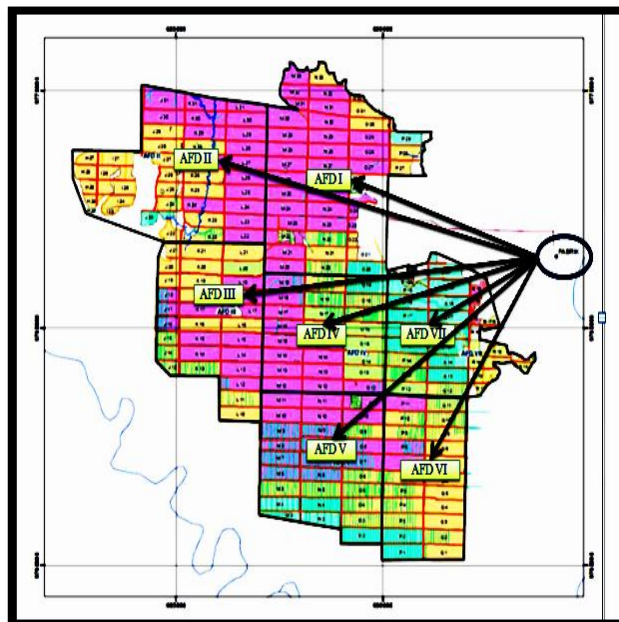
Berdasarkan Tabel 8 dapat ditentukan rute pengangkutan yang optimal untuk masing-masing rute gabungan yang terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Urutan Rute Optimal

Rute	Urutan Rute	Jarak (Km)	Savings (Km)	Kapasitas (Ton)
Rute 1	P-A1-A2-P	20,4	18,4	6,392
Rute 2	P-A5-A6-A7-P	25,6	35,0	4,609
Rute 3	P-A3-P	18,0	-	4,790
Rute 4	P-A4-P	21,6	-	2,928

Berdasarkan Tabel 9 di atas maka dapat dilihat bahwa yang awalnya terdapat 7 rute dengan tujuan TPH induk masing-masing *afdeling*. Setelah dilakukan penggabungan rute, maka menjadi 4 rute. Dengan beberapa tujuan kunjungan dapat diurutkan sehingga didapat hasil jarak tempuh yang paling minimum.

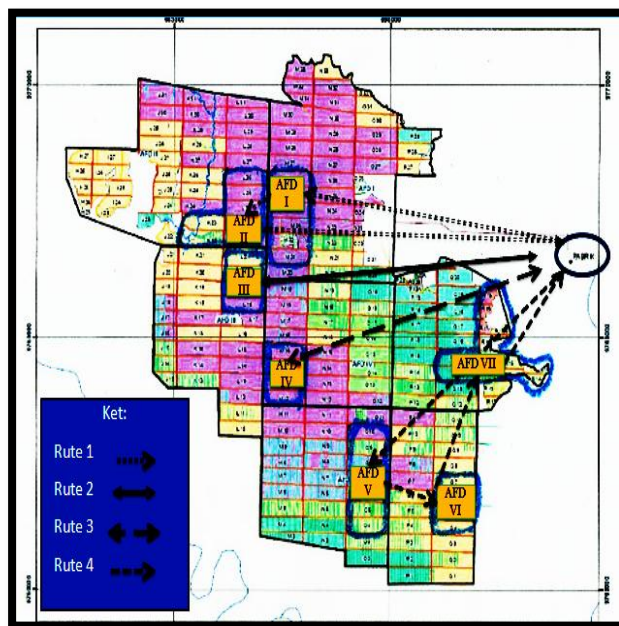
Setelah semua langkah dilakukan dan didapat rute yang telah dipilih maka dapat dilihat dan dibandingkan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2 Rute Awal Pengangkutan TBS untuk Hari Senin

Awalnya pengangkutan dilakukan dengan rute ke masing-masing *afdeling* kemudian mengakhiri pengangkutan di PKS tempat tujuan pengiriman TBS dan juga sebagai pool kendaraan. Rute awal ini bisa dilihat dalam Gambar 2.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa rute perjalanan dimulai dari pool atau PKS kemudian melanjutkan kunjungan pengangkutan ke TPH sesuai dengan rute yang telah dipilih setelah dihitung menggunakan metode *Saving Matrix*.



Gambar 3 Rute Pengangkutan TBS untuk Hari Senin Setelah Saving Matrix

Dengan cara yang sama dilakukan pengolahan data untuk Hari Selasa sampai dengan Sabtu. Hasil perhitungan untuk Hari Selasa sampai dengan Sabtu dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Saving Matrix untuk Hari Selasa – Sabtu

Hari	Rute	Urutan Rute	Jarak (Km)	Muatan Gabungan (Ton)
Selasa	Rute 1	P-A1-A2-P	27,6	6,625
	Rute 2	P-A4-A3-A6-P	36,7	5,846
	Rute 3	P-A5-P	21,0	6,655
	Rute 4	P-A7-P	16,6	6,901
Rabu	Rute 1	P-A5-A6-P	27,5	4,249
	Rute 2	P-A1-A2-A7-P	28,1	6,226
	Rute 3	P-A3-A4-P	23,8	6,239
Kamis	Rute 1	P-A3-A5-A6-A4-P	32,7	6,331
	Rute 2	P-A1-A7-P	20,2	4,839
	Rute 3	P-A2-P	27,2	6,776
Jumat	Rute 1	P-A1-A2-A3-A4-P	35,2	6,504
	Rute 2	P-A6-A7-P	23,3	5,347
	Rute 3	P-A5-P	26,0	5,207
Sabtu	Rute 1	P-A2-A3-P	26,8	5,897
	Rute 2	P-A1-P	15,0	5,960
	Rute 3	P-A4-P	23,2	5,019
	Rute 4	P-A5-P	19,6	4,457
	Rute 5	P-A6-P	21,6	6,540

Tabel 10 menunjukkan rute hasil akhir *saving matrix*. Rute tersebut sudah menunjukkan rute yang terpendek serta muatan gabungan yang diangkut dalam satu rute. Rata-rata menunjukkan bahwa dari 7 rute awal, setelah menggunakan *saving matrix* menjadi 3 rute. Akan tetapi pada hari Sabtu, dari 6 rute hanya bisa di ringkas menjadi 5 rute saja. Pada hari Sabtu kunjungan atau TPH yang dapat digabungkan hanya TPH pada *Afdeling* 1 dan *Afdeling* 2. Hal ini akan menyebabkan penghematan yang dilakukan pada hari Sabtu kecil nilainya. Karena pada dasarnya penghematan yang didapatkan berasal dari penggabungan rute yang dilakukan.

Jika dibandingkan antara jarak tempuh total yang harus ditempuh pada awalnya dengan jarak tempuh yang akan ditempuh setelah dilakukan penggabungan rute, maka akan diperoleh total penghematan seperti terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Perbandingan Hasil Akhir Jarak Tempuh Awal dengan dari Jarak Tempuh Setelah Penghematan dengan Metode *Saving Matrix* Setiap Minggu

Hari	Aktual (Km)	<i>Saving Matrix</i> (Km)	<i>Savings</i> (Km)	<i>Savings</i> %
Senin	139,0	85,6	53,4	38,42%
Selasa	152,8	101,9	50,9	33,31%
Rabu	134,6	79,4	55,2	41,01%
Kamis	139,6	80,1	59,5	42,62%
Jumat	147,2	84,5	62,7	42,60%
Sabtu	123,2	106,2	17,0	13,80%
Total	836,4	537,7	298,7	35,71%

Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa persentase penghematan yang didapat dengan menggunakan metode *Saving Matrix* adalah sebesar 35,71% dari jarak tempuh semula atau mencapai 298,7 Km setiap minggunya.

Pembahasan

Saving matrix merupakan suatu metode yang digunakan dalam sistem distribusi. *Saving Matrix* menurut Pujawan dan Mahendrawati (2010) pada hakekatnya adalah metode untuk meminimumkan jarak dan waktu atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Kegiatan distribusi dan transportasi menjadi semakin penting artinya bagi SCM. Untuk meningkatkan keunggulan kompetitif, perusahaan perlu mengambil keputusan menyangkut distribusi dan transportasi guna memperkecil biaya yang ditimbulkan. Seringkali penentuan rute yang tidak tepat menjadi faktor penyebab tingginya biaya transportasi dan distribusi.

Tujuan dari penjadwalan dan penentuan rute kendaraan adalah untuk mengoptimalkan jarak yang ditempuh suatu kendaraan atau alat transportasi sehingga perusahaan dapat meminimumkan biaya yang timbul akibat suatu proses distribusi atau pengangkutan dengan cara mengurangi jumlah alat transportasi yang digunakan, dan mengurangi waktu yang dibutuhkan dalam suatu proses distribusi. Dalam penjadwalan dan penentuan rute kendaraan yang digunakan, perusahaan harus dapat menentukan alat transportasi mana yang akan melayani pelanggan (TPH induk) mana dan rute pengiriman searah atau letaknya yang saling berdekatan dapat digabung dengan merancang terlebih dahulu rute pengiriman yang harus ditempuh oleh masing-masing alat transportasi agar dapat menghemat jarak perjalanan dan secara langsung dapat mengurangi biaya untuk proses distribusi. Namun, penggunaan metode *Saving Matrix* pada penelitian ini berbeda dengan yang digunakan oleh Sriwana, Madusari dan Sari (2013), di mana penghitungan jarak dari setiap titik tidak dilakukan secara realistis, hanya berdasarkan koordinat posisi atau koordinat bumi saja. Sedangkan pada penelitian ini, penghitungan jarak benar-benar dilakukan secara realistis.

Berdasarkan hasil pengolahan data, dapat dibandingkan total jarak aktual dengan total jarak setelah digunakan metode *Saving Matrix*. Total jarak

aktual merupakan total jarak dari kunjungan truk pulang-pergi ke tiap TPH masing-masing. Sedangkan total jarak dengan metode *Saving Matrix* adalah total jarak aktual dikurangi dengan penghematan jarak yang didapat akibat penggabungan rute.

Dengan membandingkan total jarak aktual dengan total jarak setelah metode *saving matrix* maka kita perusahaan dapat mengambil keputusan dalam menentukan rute pengangkutan TBS. Keputusan tersebut sangat penting karena berhubungan dengan biaya yang akan dikeluarkan oleh perusahaan.

Jika dilihat dari nilai penghematan, nilai penghematan terbesar yaitu terjadi di hari Jumat, akan tetapi berdasarkan persentase penghematan terbesar terjadi pada hari Kamis. Hal ini dikarenakan, persentase penghematan dihitung berdasarkan perbandingan jarak penghematan dengan jarak yang aktual.

Pada hari Sabtu, terjadi penghematan hanya sebesar 13,80%, ini dikarenakan pada Hari Sabtu hanya dilakukan panen di 6 *afdeling* saja, dan juga jumlah muatan sisa pada Hari Sabtu hampir mendekati kapasitas *dumpruck*, sehingga tidak dapat digabungkan menjadi 1 rute. Oleh karena itu rute yang ditempuh adalah TPH induk *afdeling* masing-masing sehingga penghematan yang didapat sedikit.

Penggunaan metode *Saving Matrix* ini dapat meminimalkan jarak dan waktu tempuh serta biaya distribusi, hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yuniati dan Astuti (2013) yang menyatakan bahwa metode *Saving Matrix* ini dapat meminimalkan biaya. El Fahmi (2013) membandingkan penentuan rute menggunakan metode *Saving Matrix* dengan metode *generalized assigment* dan rute yang dihasilkan metode *generalized assigment* memberikan rute yang kurang optimal menyebabkan kendaraan tidak digunakan secara efisien, karena jumlah permintaan konsumen yang harus dilayani tidak mendekati kapasitas kendaraan yang digunakan sehingga terdapat sisa dari kapasitas kendaraan yang masih bisa dimanfaatkan.

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Ikfan dan Masudin (2014) dan penelitian oleh Amanda *et al* (2015) juga memberikan kesimpulan bahwa penggunaan metode *Saving Matrix* dapat meningkatkan efisiensi jarak distribusi dan penghematan biaya distribusi.

Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Saving Matrix* sangat optimal dalam menentukan rute pengangkutan TBS di KIU. Penghematan jarak tempuh yang diperoleh dapat meminimalkan biaya pengangkutan TBS. Selain itu, karena jarak yang pendek, maka waktu yang diperlukan juga sedikit atau sebentar dan TBS tiba di PKS sesuai jadwal. Berdasarkan pengoptimalan jarak dan waktu kirim TBS, maka FFB dalam kandungan TBS dapat terjaga dan juga kapasitas atau kelancaran proses pengolahan di pabrik tercapai.

M. Hudori & Sylvia
Madusari

Penentuan Rute Angkutan
Tandan Buah Segar (TBS)
Kelapa Sawit Yang Optimal
dengan Metode *Saving
Matrix*

Daftar Pustaka

- Amanda, M. A., Imran, A., & Prasetyo, H. (2015). Penentuan Rute Distribusi Untuk Minimasi Biaya Distribusi Teh Walini *Ready to Drink* di PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero). *Reka Integra*, 3(1), 260-271.
- Anatan, L., & Lena, E. (2008). *Supply Chain Manajemen Teori Dan Aplikasi*. Bandung: Alfabeta.
- El Fahmi, F., & Faiz, E. (2013). Studi Komparasi Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) dengan Metode *Saving matrix* dan Generalized Assignment. *Jurnal Mahasiswa Matematika*, 1(4), 276-279.
- Huda, A. K. (2014). *Penentuan Rute Distribusi Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving matrix, Nearest Insert Dan Nearest Neighbor (Studi Kasus: PT. PRIMATEXCO INDONESIA) Jalan Jendral Urip Sumoharjo, Desa Sambong, Kabupaten Batang* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Hudori, M. (2015). Analisis Akar Penyebab Masalah Variabilitas Free Fatty Acid (FFA) pada Crude Palm Oil (CPO) di Pabrik Kelapa Sawit. *Proceeding Operational Excellence Conference – 2nd*, 185-192.
- Hudori, M. & Muhammad. (2015). Quality Engineering of Crude Palm Oil (CPO): Using Multiple Linear Regression to Estimate Free Fatty Acid. *Proceeding of 8th International Seminar on Industrial Engineering and Management (ISIEM)*. QM-26-33.
- Hudori, M. (2016a). Dampak Kerugian dan Usulan Pemecahan Masalah Kualitas *Crude Palm Oil* (CPO) di Pabrik Kelapa Sawit. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 5(1), 40-45.
- Hudori, M. (2016b). Perencanaan Kebutuhan Kendaraan Angkutan Tandan Buah Segar (TBS) di Perkebunan Kelapa Sawit. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 5(1), 22-27.
- Ikfani, N., & Masudin, I. (2014). *Saving matrix* Untuk Menentukan Rute Distribusi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2(1).
- Pahan, I. (2011). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit Cetakan 11*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Pujawan, I., N., & Mahendrawathi E., R. (2010). *Supply Chain Management*. 2nd Ed. Surabaya: Guna Widya.
- Sriwana, I.K., Madusari, S., Sari, N.A. (2013). Spare Parts Distribution Route Planning with Saving Matrix Method at PT XYZ. *Proceeding of 6th International Seminar on Industrial Engineering and Management (ISIEM)*. SCM-90-94.
- Yuniarti, R., & Astuti, M. (2013). Penerapan Metode *Saving matrix* Dalam Penjadwalan Dan Penentuan Rute Distribusi Premium Di SPBU Kota Malang. *Rekayasa Mesin*, 4(1), 17-26.