

DESAIN MODEL TRANSPORTASI LOADER DENGAN PENDEKATAN MODEL HEURISTIK BERPERSPEKTIF MODIFIED DISTRIBUTION (MODI) DAN FLEXSIM

Ibnu Wiryanto^{1*}, Lukmandono²

Magister Teknik Industri – Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

ibnuwiryanto876@gmail.com¹, lukmandono@itats.ac.id²

*Corresponding author

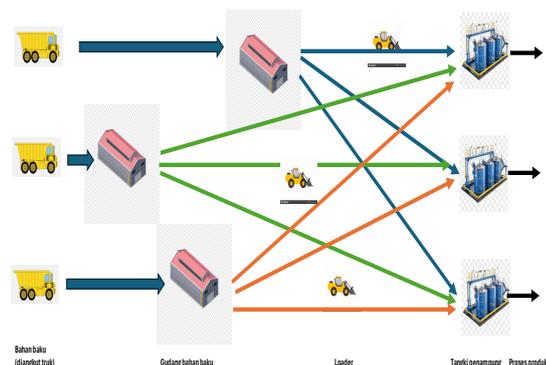
Abstrak

Transportasi merupakan kegiatan yang penting bagi perusahaan. Proses produksinya PT. XYZ melakukan kegiatan pengiriman bahan baku dari gudang menuju tangki proses produksi menggunakan Loader. Transportasi Loader tersebut dibutuhkan sistem pengaturan transportasi yang optimal untuk meningkatkan efisiensi biaya. Latar belakang penelitian adalah belum adanya sistem model transportasi untuk Loader di PT. XYZ sehingga biaya transportasi Loader tersebut belum terkontrol dengan baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui simulasi biaya dalam operasional Loader dan untuk membuat sistem model transportasi yang optimum untuk operasional Loader berdasarkan perubahan kebutuhan proses produksi. Selain itu untuk membuat simulasi model transportasi menggunakan software Flexsim untuk transportasi Loader tersebut. Metode penelitian ini adalah membuat simulasi model transportasi dengan menggunakan model transportasi NWC (North West Corner), LC (Least Cost), VAM (Vogel's Approximation Method) kemudian dilanjutkan dengan MODI (Modified Distribution). Dari model transportasi tersebut kemudian dibuat simulasi dengan software Flexsim. Hasil penelitian menghasilkan simulasi biaya Loader untuk pengangkutan Raw sugar dengan distribusi rasio yang dapat menghemat biaya kurang lebih sebesar 10.7% jika dibandingkan dengan data sebelum dilakukan simulasi. Untuk unit biaya Loader bisa menghemat dari 2.395 (Rp/Ton) menjadi 2.139 (Rp/Ton). Dengan simulasi menggunakan layout Flexsim dapat dilihat proses pemindahan Raw sugar menggunakan loader secara visual.

Kata Kunci : Flexsim, Least cost, MODI, NWC, VAM

A. PENDAHULUAN

Proses produksi merupakan bagian utama dari suatu perusahaan manufaktur untuk menjaga kelangsungan hidup perusahaan. Proses produksi yang lancar salah satunya didukung dengan pengiriman bahan baku dan bahan penunjang yang lancar. Pengiriman bahan baku dari gudang menuju proses produksi merupakan salah satu faktor utama dalam kelancaran proses produksi di PT. XYZ. PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai macam asam amino dengan menggunakan bahan bakunya berupa *Raw sugar* atau gula mentah. Pengiriman bahan baku tersebut menggunakan alat pengangkut yang biasa disebut dengan *Loader*. Kelancaran operasional *Loader* dan optimal biayanya merupakan salah satu target dari proses produksi. Untuk menentukan optimal biaya dari operasional *Loader* tersebut maka dibuatlah desain model transportasi. Secara umum flow pengiriman bahan baku menuju tangki proses produksi sebagai berikut :



Gambar 1. Flow Diagram Proses Pengiriman Bahan Baku Dari Gudang Menuju Tangki Produksi.

Bahan baku diangkut dari truk menuju 3 gudang penyimpanan, yaitu gudang A, B dan C kemudian dari gudang menuju tangki proses produksi diangkut dengan Loader. Biaya transportasi Loader ini yang masih belum terkontrol dengan baik sehingga perlu dilakukan analisa dan solusi untuk mendapatkan biaya yang efisien dengan membuat model transportasi

Model transportasi pada intinya berusaha mencari dan menentukan perencanaan pendistribusian produk yang sama dari sejumlah sumber ke sejumlah tujuan dengan total biaya yang minimal. Dalam model transportasi terdapat beberapa model diantaranya metode sudut barat laut (*North West Corner*) merupakan metode dari sumber dan lokasi tujuan diurutkan dari sisi kiri ke kanan dari atas ke bawah dalam tabel data matriks. Untuk metode biaya terendah (*Least Cost*) dengan cara mengalokasikan output pada biaya transportasi yang paling rendah terlebih dahulu, sedangkan metode *Vogel's Approximation (VAM)* yaitu metode transportasi yang lebih mudah dan cepat untuk mengatur alokasi dari beberapa sumber ke daerah tujuan. (Suparjo, 2021)

B. LANDASAN TEORI

1. Transportasi

Transportasi adalah adanya perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lain dan dari beberapa tempat ke beberapa tempat lain. Tempat atau tempat-tempat asal barang disebut juga dengan istilah sumber atau sumber-sumber (*resources*). Sedangkan tempat atau tempat-tempat tujuan disebut *destination*. Hal ini merupakan bagian dari kehidupan nyata manusia untuk memindahkan barang dari tempat satu ke tempat yang lain sesuai kebutuhannya. Misalnya, di suatu tempat asal barang mempunyai jumlah produk yang berlebih sehingga perlu ditransportasikan ke tempat lain yang memerlukannya. (Mustika & Syafi'i Ceffi, 2020).

Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana proses ini membuat nilai barang lebih tinggi di tempat tujuan daripada nilai barang di tempat asal. Nilai ini bahkan lebih besar dari biaya yang diperlukan untuk pengangkutannya. Transportasi memberikan nilai berupa nilai tempat (*place utility*) dan nilai waktu (*time utility*). Kedua nilai ini diperoleh jika barang telah diangkut ke tempat dimana nilainya lebih tinggi dan dapat dimanfaatkan tepat pada waktunya. (Christofel et al., 2024).

2. Model Transportasi

Pemodelan transportasi ialah salah satu bentuk model yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan program linier terkait desain perencanaan distribusi yang optimal. Pemodelan transportasi adalah metode manajemen transportasi dan distribusi dalam mengatur sistem pengiriman produk dengan tujuan agar jumlah barang yang didistribusikan dari masing-masing sumber ke setiap tujuan sesuai dengan permintaan dan kapasitas yang tersedia, namun tetap memperhatikan total biaya distribusi yang dapat diminimumkan. (Erza & Azizah, 2023)

Model transportasi memiliki beberapa metode yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan optimalisasi biaya dan rute, yaitu *vogel's approximation method (VAM)*, *least cost*, *north-west corner method (NWC)*, *stepping stone* dan *modified distribution method (MODI)*. (Erza & Azizah, 2023)

Metode *North West Corner (NWC)* adalah salah satu metode transportasi yang paling mudah dilakukan, tetapi hasilnya belum tentu optimal. Metode *North West Corner (NWC)* ini, sumber dan lokasi tujuan diurutkan dari sisi kiri ke kanan dan dari atas ke bawah dalam peta data matriks. Cara penghitungan biaya transportasi dengan menggunakan metode NWC sesuai dengan namanya dimulai dari sisi kiri atas, kemudian bergerak ke kiri atau ke bawah sesuai dengan kapasitas produksi sumber (*supply*) dan atau permintaan tujuan (*demand*). (Mustika & Syafi'i Ceffi, 2020)

Metode *Vogel's Approximation Method (VAM)* merupakan cara lain yang dapat digunakan untuk menyelesaikan kasus transportasi dengan lebih mudah dan lebih cepat. Namun demikian, penyelesaian yang diperoleh kadang belum optimal, tetapi hanya mendekati optimal. (Prayogi & Panjaitan, 2022)

Vogel's Approximation Method (VAM) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari biaya minimum pada persoalan transportasi. Metode harga biaya minimum dapat menimbulkan kemungkinan terhapusnya sel yang lebih baik karena harus meninggalkan baris atau kolom sesuai dengan batasan. Metode VAM mencegah timbulnya kemungkinan yang demikian dengan cara memilih harga dua ongkos terkecil. Karena terdapat m baris maka akan ada m bilangan untuk diisi pada kolom. (Kurniawan, 2022)

Aminudin menyatakan metode modifikasi distribusi atau singkatan dari metode MODI, sangat mirip dengan metode stepping-stone kecuali bahwa MODI lebih efisien dalam menghitung indeks perbaikan sel kosong. (Saputri et al., 2019). Tetapi di dalam metode MODI indeks perbaikan dapat di hitung tanpa harus mencari jalur-jalur terpendek. Metode MODI hanya membutuhkan jalur terpendek. Metode MODI juga membutuhkan jalur terpendek karena jalur ini dipilih sesudah sel kosong dengan indeks perbaikan tertinggi ditemukan. (Astuti, 2020).

3. *Loader*

Loader adalah merupakan alat berat untuk angkat dan angkut yang digunakan untuk memuat dan membawa material berupa padatan untuk melintasi lokasi kerja. *Loader* atau disebut juga *Wheel Loader* memiliki banyak macamnya, tergantung kapasitas dan type nya. Di PT. XYZ *Loader* yang digunakan untuk mengangkut material bahan baku adalah *Loader type Wheel Loader*. Kapasitas *Loader* sekitar 2 ton untuk sekali angkut. Contoh gambar *Loader* yang digunakan di PT . XYZ adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Gambar *Loader*

Loader lebih efisien karena memiliki keranjang yang lebih besar dibandingkan dengan alat berat lainnya. Dalam industri, *Wheel Loader* dapat bekerja dengan kemampuan yang lebih besar dan sangat efisien digunakan pada sektor-sektor seperti pertambangan dan pembangunan infrastruktur kota (Aldyansyah et al., 2023).

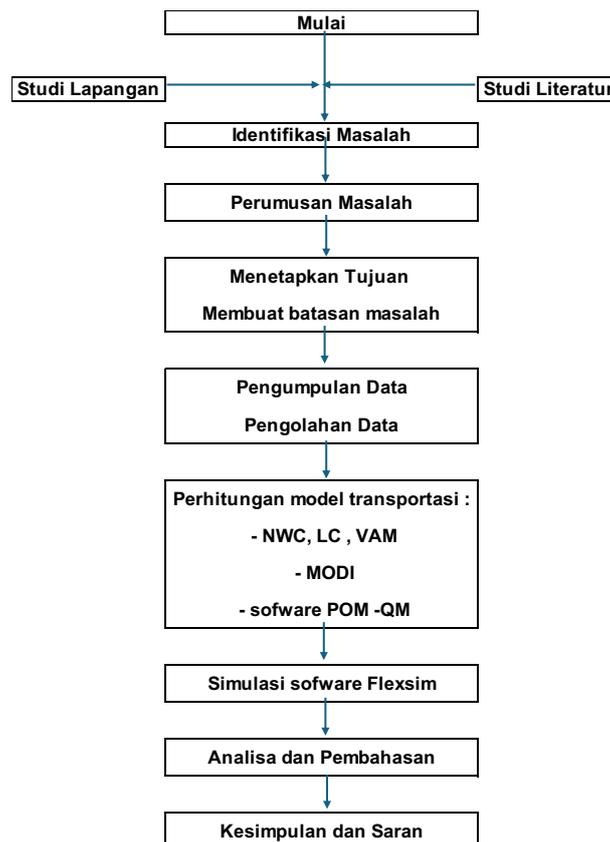
4. *Flexsim*

Flexsim adalah perangkat lunak simulasi diskrit untuk pemodelan dan mensimulasikan sistem yang berbeda dari beberapa industri yang berbeda. Perangkat lunak *Flexsim* apakah teknologi komputer 3D, itu adalah teknologi simulasi, teknologi cerdas teknologi pemrosesan manual dan data. (Reza Syahputra & Lukmandono, 2021)

Flexsim adalah aplikasi perangkat lunak simulasi berbasis PC digunakan untuk memodelkan, simulasi dan visualisasi proses bisnis. *Flexsim* dapat membantu menentukan kapasitas pabrik, menyeimbangkan lini manufaktur, mengatur penyebab penundaan, memecahkan masalah inventori, menguji praktek penjadwalan baru, dan mengoptimalkan laju produksi. Setiap model *Flexsim* dapat digambarkan dalam animasi realitas virtual 3D. Selain itu, *Flexsim* memungkinkan pemodelan dengan kemampuan pemrograman model dan submode secara langsung dalam C++.(Yanyan Ramdhani et al., 2022)

C. METODE PENELITIAN

Secara garis besar langkah – langkah dalam penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar. 3 Gambar flow chart alur penelitian

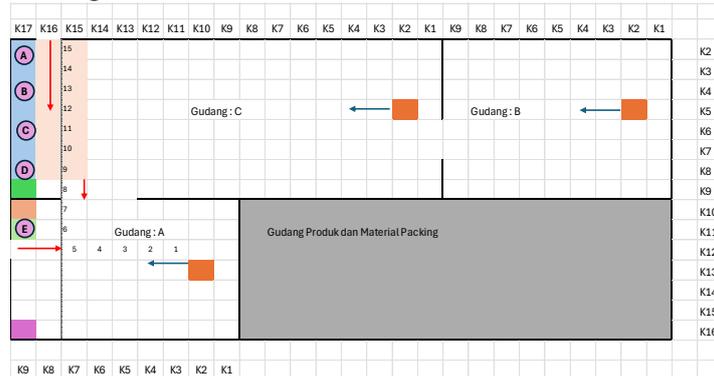
Penelitian ini diawali dengan studi literatur dan studi lapangan, obyeknya yaitu di PT. XYZ bagian pengiriman bahan baku yaitu *raw sugar* menuju tangki produksi dengan menggunakan *loader*. Permasalahan pada penelitian kali ini adalah optimalisasi transportasi ,maka dirumuskan dan diselesaikan dengan metode model transportasi yaitu dengan model MODI (*Modified Distribution*). Sebelum dihitung dengan MODI maka akan coba dihitung dengan model NWC , VAM . Model NWC dan VAM dipakai karena metode ini paling mudah digunakan sehingga akan di dapatkan biaya yang paling efisien dalam pengangkutan bahan material dari gudang ke tangki proses. Setelah dihitung dengan metode NWC dan VAM akan dilanjutkan dengan perhitungan metode MODI. Simulasi model transportasi tersebut akan dibuat dengan kondisi jumlah bahan material yang berbeda jumlahnya tergantung dari jumlah produksi yang ditargetkan. Asumsinya akan dibagi menjadi beberapa asumsi kapasitas pengangkutan *Raw sugar* untuk produksi, yaitu 500 , 550 , 600 , 650 , 700 , 750 , 800 , dan 850 Ton per hari. Sebelumnya dihitung terlebih dahulu kondisi sekarang , yaitu data rata – rata pengangkutan *Raw sugar* selama 5 bulan di tahun 2024. Dihitung biaya sebelum simulasi dan biaya setelah simulasi sehingga di dapatkan penghematan biaya.

Dari simulasi model transportasi tersebut maka akan didapatkan biaya transportasi paling efisien, kemudian dari model transportasi yang paling efisien tersebut disimulasikan dengan *software Flexsim* untuk lebih menggambarkan visual dari aktifitas pengangkutan material dari gudang menuju tangki proses produksi.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data dari penelitian ini yang pertama adalah analisa data biaya operasional *Loader* khususnya biaya bahan bakar (solar) selama 5 bulan di tahun 2024 kemudian dari data itu akan kita buat simulasi transportasi sehingga bisa mengurangi biaya solar tersebut. Biaya solar tersebut tentunya terkait dengan jumlah pengangkutan dan jarak total yang ditempuh oleh loader. Jarak

tempuh loader sangat dipengaruhi oleh model transportasi karena jarak tempuh loader tersebut memiliki jarak yang berbeda antara gudang yang satu dengan yang lain. Gambaran denah gudang dan tangki produksi adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Denah *lay-out* Gudang *Raw sugar* dan Tangki proses

Dari desain *lay-out* tersebut terdapat 5 tangki proses (simbol lingkaran warna ungu) yaitu tangki A, B, C, D dan E. Terdapat 3 gudang yaitu gudang A, B dan C. Dari desain *lay-out* gambar tersebut, maka bisa dihitung jarak tempuh yang dilalui *Loader* untuk mengangkut *Raw sugar* dari masing-masing Gudang menuju masing-masing tangki proses

Perhitungan jarak : (m)					
Asal/Tujuan	Tangki A	Tangki B	Tangki C	Tangki D	Tangki E
Gudang A	90,0	78,0	66,0	54,0	37,9
Gudang B	140,1	138,5	138,0	139,2	174,0
Gudang C	85,9	84,2	84,0	85,9	99,6

Gambar. 5 Perhitungan Jarak Dari Gudang Menuju Tangki

	Jumlah RAS (Ton) menuju tangki						Total
	RAS simpan	Tangki A	Tangki B	Tangki C	Tangki D	Tangki E	
Avg 5 bulan	Gudang A	95	19	17	74	55	669
	Gudang B	21	17	16	13	5	
	Gudang C	87	60	53	78	58	

Gambar 6. Jumlah *Raw Sugar* yang di Angkut Selama Rata – Rata 5 Bulan Tahun 2024

Untuk menghitung biaya transportasi pengangkutan *Raw sugar* dari masing-masing gudang menuju masing-masing tangki proses maka dibuatlah *matrix* model transportasi. *Matrix* tersebut berisi kolom jumlah biaya dan besarnya material *Raw sugar* yang dibawa.

Untuk data 5 bulan *matrix* tabel transportasi untuk pengiriman *Raw sugar* dari masing-masing gudang menuju masing-masing tangki sebagai berikut :

Avg 5 bulan		Tangki ke proses					Supply
		Tangki A	Tangki B	Tangki C	Tangki D	Tangki E	
Gudang	A	2.536	2.197	1.859	1.521	1.069	260
	B	3.946	3.902	3.888	3.921	4.902	
	C	2.420	2.372	2.366	2.420	2.806	
Demand		204	96	86	166	117	669,0

Gambar 7. *Matrix* Tabel Transportasi untuk Pengiriman *Raw Sugar* Dari Tangki Menuju Gudang

Perhitungan biaya transportasi dari tabel tersebut adalah sebagai berikut :

Dari Gudang A menuju tangki A = Biaya transport dari Gudang A menuju tangki A (Rp/Ton) x Jumlah material yang diangkut (Ton)

Begitu juga untuk gudang yang lainnya menuju tangki lainnya. Dari perhitungan tersebut didapatkan total biaya Rp. 1.602.089 / hari. Atau unit biaya sebesar Rp. 2.395 /Ton

Jadi sebagai parameter awal adalah biaya solar untuk transportasi pengangkutan Raw sugar rata – rata selama 5 bulan sebesar Rp. 1.602.089 tiap hari. Asumsi jika harga solar untuk industri Rp. 15.500 tiap liter , maka kebutuhan solar kurang lebih 103,4 Liter tiap hari. Rata – rata jumlah Raw sugar yang diangkut adalah 669 Ton tiap hari ,maka unit biaya solar adalah 6,5 Ton Raw sugar /liter. Biaya tersebut asumsi untuk rata – rata selama 5 bulan , sehingga dari data tersebut akan dibuat simulasi matriks mode transportasi untuk mendapatkan biaya yang minimal.

1. Simulasi model transportasi

a. Desain model transportasi NWC (*North West Corner*)

Metode NWC									
		Tangki ke proses					Supply		
		Tangki A	Tangki B	Tangki C	Tangki D	Tangki E			
Gudang	A	2.536	2.197	1.859	1.521	1.069	260		
	B	3.946	3.902	3.888	3.921	4.902			
	C	2.420	2.372	2.366	2.420	2.806			
Demand		204	96	86	166	117	669,0		

Gambar 8. *Matrix* Tabel Transportasi untuk Metode NWC

Dari matrix tersebut maka di peroleh total biaya sebesar Rp. 1.777.152 tiap hari. Asumsi jika harga solar untuk industri Rp. 15.500 tiap liter , maka kebutuhan solar kurang lebih 114,7 Liter tiap hari. Rata – rata jumlah Raw sugar yang diangkut adalah 669 Ton tiap hari ,maka unit biaya solar adalah 5,8 Ton Raw sugar /liter. Artinya mode transportasi dengan NWC ini membutuhkan biaya yang lebih besar daripada kondisi sekarang, jadi metode ini tidak bisa digunakan.

b. Desain model transportasi LC (*Least Cost*)

Metode LC									
		Tangki ke proses					Supply		
		Tangki A	Tangki B	Tangki C	Tangki D	Tangki E			
Gudang	A	2.536	2.197	1.859	1.521	1.069	260		
	B	3.946	3.902	3.888	3.921	4.902			
	C	2.420	2.372	2.366	2.420	2.806			
Demand		204	96	86	166	117	669,0		

Gambar 9. *Matrix* Tabel Transportasi untuk Metode LC

Dari matrix tersebut maka di peroleh total biaya sebesar Rp. 1.431.628 tiap hari. Asumsi jika harga solar untuk industri Rp. 15.500 tiap liter , maka kebutuhan solar kurang lebih 92,4 Liter tiap hari. Rata – rata jumlah Raw sugar yang diangkut adalah 669 Ton tiap hari ,maka unit biaya solar adalah 7,2 Ton Raw sugar /liter.

Artinya dengan metode LC ini ada penghematan sebesar :

Rp. 1.602.089 – Rp. 1.431.628 = Rp. 170.461 setiap hari

c. Desain model transportasi VAM (*Vogel's Approximation Method*)

Metode VAM		Tangki ke proses					Supply
		Tangki A	Tangki B	Tangki C	Tangki D	Tangki E	
Gudang	A	2.536	2.197	1.859	1.521	1.069	260
	B	3.946	3.902	3.888	3.921	4.902	71
	C	2.420	2.372	2.366	2.420	2.806	338
Demand		204	96	86	166	117	669,0

Gambar 10. Matrix Tabel Transportasi untuk Metode VAM

Dari matrix tersebut maka di peroleh total biaya sebesar Rp. 1.430.821 tiap hari. Asumsi jika harga solar untuk industri Rp. 15.500 tiap liter , maka kebutuhan solar kurang lebih 92,3 Liter tiap hari. Rata – rata jumlah *Raw sugar* yang diangkut adalah 669 Ton tiap hari ,maka unit biaya solar adalah 7,2 Ton *Raw sugar* /liter.

Artinya dengan metode VAM ini ada penghematan sebesar :
 Rp. 1.602.089 – Rp. 1.430.821 = Rp. 171.268 setiap hari

d. Desain model transportasi MODI (*Modified Distribution*)

Metode VAM --> MODI		Tangki ke proses					Supply	
		Tangki A	Tangki B	Tangki C	Tangki D	Tangki E		
(NK)		1.542	1.494	1.488	1.521	1.069	(NB)	
0	Gudang	A	2.536	2.197	1.859	1.521	1.069	260
2.399		B	3.946	3.902	3.888	3.921	4.902	71
878		C	2.420	2.372	2.366	2.420	2.806	338
	Demand	204	96	86	166	117	669,0	

nilai NKK sudah (-) artinya optimal

Gambar 11. Matrix tabel transportasi untuk metode MODI

Dari hasil MODI tersebut didapatkan biaya transportasi dengan model VAM sudah optimal , sehingga matrix transportasinya sama dengan model VAM.

Dari matrix tersebut maka di peroleh total biaya sebesar Rp. 1.430.821 tiap hari, atau unit biaya sebesar Rp. 2.139 /Ton. Asumsi jika harga solar untuk industri Rp. 15.500 tiap liter , maka kebutuhan solar kurang lebih 92,3 Liter tiap hari. Rata – rata jumlah *Raw sugar* yang diangkut adalah 669 Ton tiap hari ,maka unit biaya solar adalah 7,2 Ton *Raw sugar* /liter.

Artinya dengan metode MODI ini ada penghematan sebesar :
 Rp. 1.602.089 – Rp. 1.430.821 = Rp. 171.268 setiap hari . Jadi kurang lebih bisa menghemat sekitar 10,7 % . Atau bisa menghemat dari Rp. 2.395 /Ton menjadi Rp. 2.139 /Ton.

Rute yang optimal untuk pengangkutan *Raw sugar* ke proses tangki menggunakan *Loader* adalah sesuai matrix model VAM dan MODI, yaitu:

	RAS simpan	Jumlah RAS (Ton) menuju tangki					Supply	Total
		A	B	C	D	E		
Harian (T/hari)	Dari Gudang A				143	117	260	669
	Dari Gudang B			48	23		71	
	Dari Gudang C	204	96	38			338	
Demand		204	96	86	166	117	669	

Gambar 12. Matrix Tabel Transportasi untuk Hasil Paling Efisien

Dari gambar tersebut bisa dibuat rasio (%) distribusi untuk pengangkutan *Raw sugar* ke proses tangki menggunakan *Loader* sebagai berikut :

	RAS simpan	Jumlah RAS (%ratio) menuju tangki					Supply	Total
		A	B	C	D	E		
Harian (%)	Dari Gudang A				21%	17%	39%	100%
	Dari Gudang B			7%	3%		11%	
	Dari Gudang C	30%	14%	6%			51%	
Demand		30%	14%	13%	25%	17%		100%

Gambar 13. Tabel Rasio (%) Distribusi untuk Pengangkutan *Raw Sugar* ke Proses Tangki Optimal

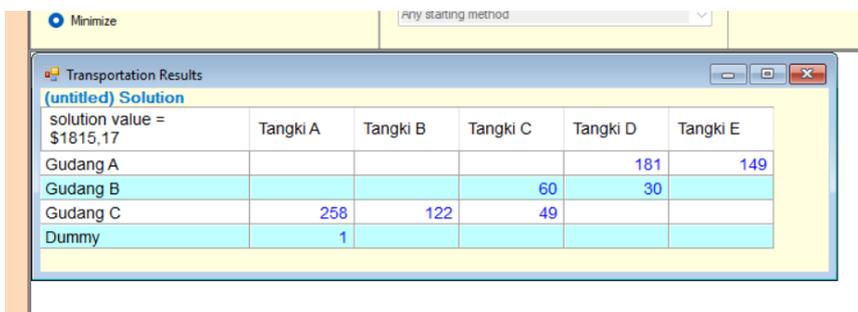
Untuk simulasi rasio (%) distribusi pengangkutan *Raw sugar* ke proses tangki menggunakan Loader dengan berbagai variasi kapasitas pengangkutan yaitu : 500 , 550 , 600 , 650, 700,750, 800 dan 850 T/hari maka didapatkan hasil yang sama dengan perhitungan menggunakan *software POM-QM*. Sebagai contoh adalah pengangkutan sebesar 850 Ton/ hari ,didapatkan simulasi sebagai berikut :

Untuk 850 T/d

	RAS simpan	Jumlah RAS (Ton) menuju tangki					Supply	Total
		A	B	C	D	E		
Harian (T/hari)	Dari Gudang A				182	149	330	850
	Dari Gudang B			61	29		90	
	Dari Gudang C	259	122	48			429	
Demand		259	122	109	211	149		850

Gambar 14. Tabel Simulasi Pengangkutan *Raw Sugar* Menuju Tangki untuk Jumlah 850 Ton/hari

Perhitungan dengan *software POM – QM* di dapatkan sebagai berikut :



	Tangki A	Tangki B	Tangki C	Tangki D	Tangki E
Gudang A				181	149
Gudang B			60	30	
Gudang C	258	122	49		
Dummy	1				

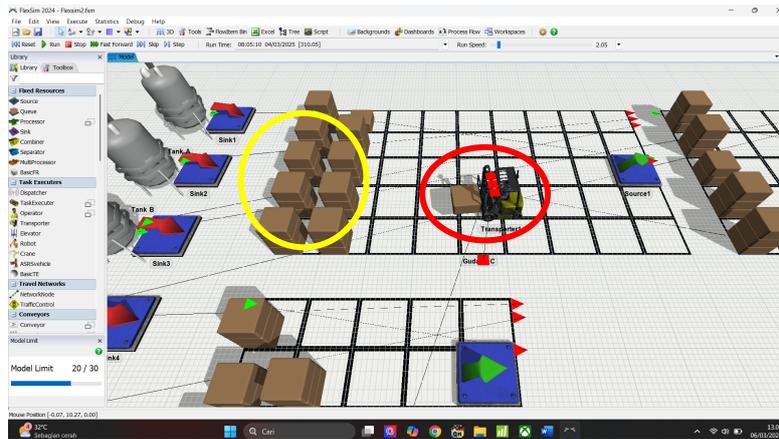
Gambar 15. hasil Simulasi Biaya Transportasi dengan POM – QM (Kapasitas 850 Ton/hari)

Hasilnya hampir sama antara estimasi (%distribusi) dengan perhitungan *software POM QM*. Perbedaan pada jumlah pengiriman dari gudang C menuju tangki A , dan dari gudang C menuju tangki C. Perbedaan hanya sebesar 1 Ton / hari, artinya secara aktual proses tidak begitu bermasalah karena selisihnya hanya sedikit ($1 \text{ Ton} / 800 \text{ Ton} \times 100 \% = 0,12 \%$)

Jadi simulasi pengiriman *Raw sugar* menggunakan simulasi tersebut dapat dilakukan untuk mendapatkan biaya loader yang efisien, terbukti dengan menggunakan aplikasi POM- QM juga didapatkan hasil yang sama, mulai dari pengiriman 550 Ton/hari , 600 Ton/hari, 650 Ton/hari , 700 Ton/hari, 750 Ton/hari, 800 Ton/hari, dan 850 Ton/hari.

2. Desain Simulasi menggunakan *Software Flexsim*

Software Flexsim merupakan salah satu aplikasi dalam PC digunakan untuk mendesain dan mensimulasikan hasil desain dengan tampilan 3D (3- dimensi). Untuk penelitian kali ini menggunakan *software Flexsim* tahun 2024. Untuk tampilannya sebagai berikut :

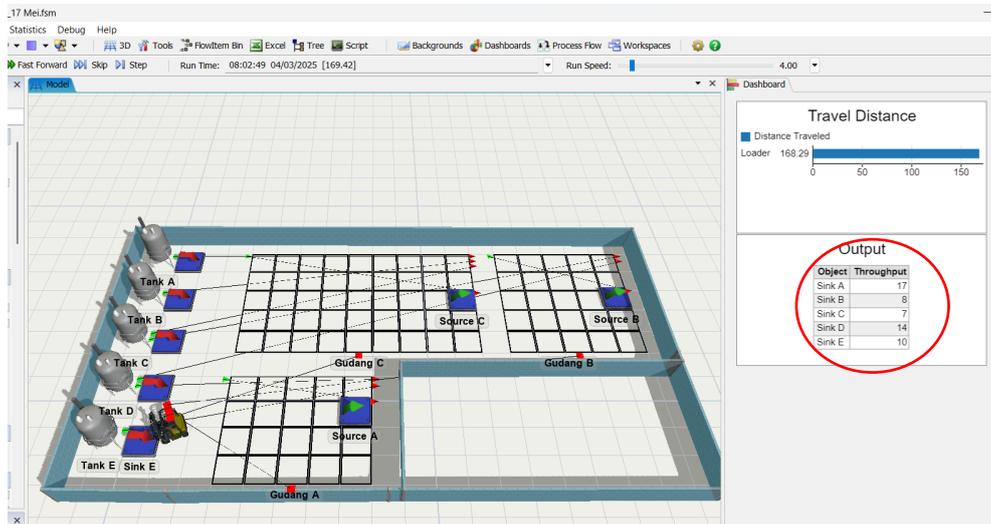


Gambar 16. Tampilan Simulasi Transportasi dengan Flexsim

Ada beberapa keterangan terkait desain transportasi pengangkutan *Raw sugar* dengan *Loader* , antara lain :

- Untuk tampilan *Loader* karena tidak ada di *software* Flexsim kali ini maka simbol tersebut diwakili dengan *forklift* , yang merupakan alat angkut juga. Lingkaran merah dalam gambar dibawah ini.
- Untuk tampilan *Raw sugar* yang berbentuk curah diwakili dengan box. Lingkaran kuning dalam gambar dibawah ini.

Dengan menggunakan simulasi flexsim untuk simulasi pengangkutan 669 Ton /hari , dapat diperoleh sebagai berikut :



Gambar 17. Gambar Tampilan Hasil Simulasi dengan Flexsim

Gambar hasil simulasi dengan flexsim didapatkan output menuju masing – masing tangki sesuai dengan simulasi manual , yaitu pengiriman ke tangki A sebanyak 17, tangki B sebanyak 8, tangki C sebanyak 7 ,tangki D sebanyak 14 dan tangki E sebanyak 10. Artinya data tersebut sama dengan simulasi manual jika dihitung untuk pengisian selama 2 jam. Simulasi untuk pengangkutan tiap 2 jam :

Tiap 2 jam = 56 Ton/jam		Jumlah RAS (Ton) menuju tangki					Supply	Total
	RAS simpan	A	B	C	D	E		
Harian (T/hari)	Dari Gudang A				12	10	22	56
	Dari Gudang B			4	2		6	
	Dari Gudang C	17	8	3			28	
Demand		17	8	7	14	10	56	

Gambar 18. Tabel Simulasi Transportasi Optimal

Gambar diatas adalah hasil simulasi transportasi paling optimal untuk 2 jam , kapasitas 56 Ton Artinya ada kesesuaian antara simulasi perhitungan dengan flexsim.

E. Kesimpulan

Simulasi biaya yang paling efisien untuk pengangkutan material *Raw sugar* dengan *loder* dengan metode MODI dapat diaplikasikan untuk berbagai jumlah produksi,dengan rasio yang ditentukan. Simulasi biaya *Loader* untuk pengangkutan *Raw sugar* dengan distribusi rasio tersebut dapat menghemat biaya kurang lebih sebesar 10.7 % jika dibandingkan dengan data sebelum dilakukan simulasi. Untuk unit biaya *Loader* bisa menghemat dari 2.395 (Rp/Ton) menjadi 2.139 (Rp/Ton). Dengan simulasi menggunakan *layout Flexsim* dapat dilihat proses pemindahan *Raw sugar* menggunakan *loader* secara visual

DAFTAR PUSTAKA

- Aldyansyah, D., Bagaskara, F. S., Aditya, M. R., Aldyansyah, D., Aji, D. M., Sitanggang, F. A., Khairi, M. M., & Paundra, F. (2023). Perawatan Mesin Alat Berat Wheel Loader PT. XYZ. *Jurnal Teknik Mesin*, 20(1), 18–23. <https://doi.org/10.9744/jtm.20.1.18-23>
- Astuti, W. T. (2020). OPTIMASI PENDISTRIBUSIAN PAKAN TERNAK AYAM DENGAN MENGGUNAKAN LEAST COST DAN METODE MODIFIED DISTRIBUTION DI PT. MABAR FEED INDONESIA. <http://repository.uinsu.ac.id/id/eprint/15156>
- Christofel, J. K., Sumartono, B., Moektiwibowo, H., Waspada, D., & Bhirawa, T. (2024). ANALISIS BIAYA PENGIRIMAN YANG OPTIMAL UNTUK MEMENUHI PERMINTAAN PRODUK DI GUDANG STO CAWANG MENGGUNAKAN METODE TRANSPORTASI. <https://doi.org/https://doi.org/10.35968/jtin.v13i1.1214>
- Erza, F., & Azizah, F. N. (2023). Perbandingan Biaya Distribusi Produk Cat Menggunakan Model Transportasi Metode Vogel's Approximation Method dan Least Cost. *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 4(01), 48–60. <https://doi.org/10.35261/gijtsi.v4i01.8791>
- Kurniawan, F. (2022). PENERAPAN METODE VOGEL'S APROXIMATION METHOD (VAM) DALAM MENETUKAN HARGA PENGIRIMAN DOKUMEN. In *Journal of Science and Social Research* (Issue 2). <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- Mustika, L., & Syafi'i Ceffi, M. (2020). OPTIMASI BIAYA PENGIRIMAN BERAS MENGGUNAKAN MODEL TRANSPORTASI METODE NORTH WEST CORNER (NWC) DAN SOFTWARE LINGO. In *Mulyadi Suprpto Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* (Vol. 6, Issue 3).
- Prayogi, S. Y., & Panjaitan, M. I. (2022). PENERAPAN METODE VOGEL'S APPROXIMATION METHOD (VAM) DALAM OPTIMALISASI BIAYA TRANSPORTASI PENGIRIMAN BARANG BERBASIS SISTEM INFORMASI (STUDI KASUS: PT. COCA-COLA AMATIL INDONESIA (CCAI) MEDAN). *Journal of Information Technology and Accounting*, 5(1). <http://jurnal.uimedan.ac.id/index.php/JITA/>
- Reza Syahputra, L., & Lukmandono, dan. (2021). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri Desain Perbaikan Kualitas Produk Keramik Melalui Six Sigma Dan Flexsim Di PT. XYZ.*
- Saputri, Z. E., Nasution, Y. N., & Wasono. (2019). 3.Perbandingan hasil revisi distribusi methode dan stepping stone meminimkan biaya distribusi. *Jurnal Ekspensial*, 10. <https://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/ekspensial/article/view/392>
- Suparjo. (2021). 25. Optimalisasi biaya transportasi PT. Gotrans Logistic Int _Suparjo_2021. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, Vol.2.

Yanyan Ramdhani, A., Anna Tul Munikhah, I., Windu Arini, R., & Saepullah, A. (2022). Peningkatan Performansi Proses Produksi Konveksi dengan Software Simulasi Flexsim 2019. *Jurnal TRINISTIK*, 01. <https://doi.org/10.20895/trinistik.v1i2.712>