

EFISIENSI LOGISTIK DAN DISTRIBUSI UNTUK OPTIMALISASI METODE TRANSPORTASI PUPUK DI PROVINSI RIAU

Melliana¹; Azmi²; Noto Wiroti³; Fitra⁴; Trisna Mesra⁵; Novri⁶; Febriyansyah⁷; Sabila Nur Rihas⁸

Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Dan Bisnis Riau Pesisir
Jln. Utama Karya, Bukit Batrem, Dumai, Riau 1.636350, 101.447967
E-mail : sttmelliana@gmail.com (Koresponding)

Abstract: Efficient fertilizer distribution is an urgent need for farmers in Riau Province to ensure optimal agricultural production. The main problem faced by the partner community is the high transportation cost caused by ineffective distribution routes. The purpose of this community service activity is to provide managerial and technical solutions in fertilizer distribution using transportation methods, namely *North West Corner (NWC)*, *Least Cost Method (LCM)*, and optimization with the *Stepping Stone Method*. The implementation method includes socialization, training, application of calculations to real partner cases, and mentoring in interpreting the results of method comparisons. The results show that the LCM method produces lower distribution costs compared to NWC, and further optimization using the *Stepping Stone* method leads to even more efficient distribution costs. This activity not only provides direct benefits to the partner in the form of increased logistical efficiency and cost savings but also contributes to the development of knowledge in the field of education, particularly in the teaching of logistics optimization and distribution management through applied research. Thus, this community service program creates a dual impact: enhancing partner capacity in practice while also providing a practical learning model for students and academics to apply transportation optimization theory to real-world problems.

Keywords: *Logistics Efficiency, Fertilizer Distribution, North West Corner, Least Cost Method, Stepping Stone*

Provinsi Riau merupakan salah satu wilayah strategis di Pulau Sumatera yang memiliki potensi besar dalam sektor pertanian dan perkebunan, seperti kelapa sawit, padi, jagung, dan hortikultura. Kegiatan pertanian ini sangat bergantung pada ketersediaan pupuk secara tepat waktu dan dengan biaya distribusi yang efisien. Namun, secara geografis, Riau memiliki wilayah yang luas dan menyebar, dengan infrastruktur jalan dan transportasi yang belum merata, terutama di daerah perdesaan (Melliana et al., 2019) (Syahidah, Melliana, dan Mesra, 2023). Akibatnya, distribusi pupuk dari gudang pusat ke titik distribusi (kios tani atau kelompok tani) mengalami kendala biaya tinggi, keterlambatan distribusi, serta tidak optimalnya pemetaan jalur pengiriman (Lestari et al., 2023).

Masyarakat petani dan pelaku distribusi di daerah ini sebagian besar belum memahami konsep dasar manajemen logistik, termasuk metode optimasi transportasi seperti

Metode North-West Corner, Least Cost Method, maupun Vogel's Approximation Method yang dapat membantu menekan biaya distribusi (Chen et al., 2024).

Mitra dalam kegiatan ini adalah PT SISUTA, di Bagan Besar”, sebuah usaha pergudangan yang dikelola oleh Bapak Rudi Panjaitan dan penanggung jawab Bapak Ramot Sirait sejak tahun 2015. Perusahaan ini memiliki 3 orang tenaga kerja tetap dan 40 orang tenaga kerja lepas yang mampu mendistribusikan ± 2500 Ton di Dumai dan ± 1600 Ton di siak per bulan. Pupuk ini di distribusikan di Provinsi Riau dengan 7 kabupaten yaitu kota Pekanbaru, Duri, Bagan Batu, Ujung Batu, Bagan Siapi-api, Minas dan Rengat.

Permasalahan utama mitra bermula dari gudang/distributor seperti:

- a. Biaya transportasi tinggi karena jalur pengiriman tidak dioptimalkan berdasarkan jarak atau volume muatan, sering terjadi pemborosan biaya.

- b. Tidak adanya sistem perencanaan distribusi berbasis metode transportasi matematis, sehingga rute dan volume barang tidak dialokasikan secara efisien.
- c. Kurangnya pelatihan logistik pada SDM distribusi dan pengemudi.
 - a. Akibat permasalahan ini akan berdampak kepada petani/kelompok tani yaitu:
 - b. Penerimaan pupuk tidak tepat waktu, berdampak pada terganggunya masa tanam.
 - c. Distribusi tidak merata, di mana beberapa kios menerima kelebihan suplai sementara yang lain kekurangan.
 - d. Ketergantungan pada satu distributor, tanpa adanya simulasi perbandingan biaya distribusi alternatif.

Logistik adalah rangkaian aktivitas yang meliputi pengiriman, hingga mencapai pelanggan, dengan proses sistem dari manufaktur, dengan tujuan memenuhi permintaan secara efisien dan biaya minimal (Son et al., 2024) dan (Syahidah, Melliana, dan Mesra, 2023). Logistik memegang peran penting dalam pembangunan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan sosial. Oleh sebab itu, pengelolaan dan kajian terhadap logistik terus dilakukan secara berkelanjutan karena alasan komersial yang mendasarinya (Susan Meyer Goldstein, Roger G Schroeder, 2012) (Christopher, 1998), Logistik adalah komponen penting dalam manajemen rantai pasok yang melibatkan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian aliran serta penyimpanan barang, informasi, dan layanan secara efisien, dari titik asal hingga tujuan, untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

Pengelolaan logistik untuk pendistribusian terjadi ketika barang masuk ke gudang secara bersamaan, pesanan yang dimiliki sama dengan tujuan yang sama dikelompokkan dalam kendaraan yang sama untuk proses pengiriman (Sanjaya & Perdana, 2015). Untuk memudahkan pengambilan keputusan dalam pelaksanaan pendistribusian untuk menangani permasalahan adalah: 1)

penentuan lokasi gudang dan tujuan, 2) penentuan keputusan alokasi berkaitan dengan cara mengalokasikan ke pelanggan, (3) penentuan keputusan perutean untuk menunjukkan rute kendaraan yang digunakan untuk melayani pelanggan di bagian hilir dan, 4) penentuan keputusan jumlah inventarisasi yang disimpan di setiap gudang (Guo et al., 2024).

Pengoptimalan pengiriman bahan baku kelapa dengan menerapkan transportasi menggunakan *Stepping Stone Method* dilakukan oleh (Lestari et al., 2023). Pendekatan Model Transportasi NWC Dan Software LINGO Dilakukan oleh (Fan et al., 2024). Penelitian dilakukan di perusahaan Toko Ayam Sehat.com, Pendistribusian barang dari produsen hingga sampai ketangan konsumen menjadi salah satu aspek dalam menjalankan suatu usaha yang harus direncanakan dan diperhitungkan demi memenuhi kebutuhan pasar.

Metode alokasi biaya diterapkan untuk melihat bagaimana kinerjanya dalam menyediakan solusi yang stabil (Wiratmani et al., 2022). Urutan pengolahan dan analisis data adalah:

1) *North West Corner Method* (NWC)

Solusi dalam permasalahan dalam transportasi berlandaskan antara persediaan dan kebutuhan dalam matriks transportasi. *North West Corner Method* (NWC) mengalokasikan secara sistematis pada kotak-kotak matriks mulai dari sudut sebelah kiri bagian atas hingga sudut sebelah kanan bagian bawah dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Memulai dari sudut kiri bagian atas, dialokasikan nilai dan ditulis min(). Maksudnya, bahwa kebutuhan lebih kecil dari persediaan, maka persediaan akan dikurangi dengan jumlah kebutuhan, atau jika persediaan lebih sedikit, maka kebutuhan akan dipenuhi dari persediaan yang ada. Jika nilai persediaan dan kebutuhan sama, maka langkah selanjutnya adalah mengalokasikan min (,) ke kotak

berikutnya. Proses ini berlanjut hingga seluruh kebutuhan dan persediaan teralokasikan.

- b. Selanjutnya, alokasikan nilai yang sesuai pada kotak yang kosong, misalnya dengan mengalokasikan 5 unit pada kotak tertentu, untuk mewakili kurangnya kebutuhan.

Dengan mengikuti prosedur ini, akan diperoleh serangkaian alokasi yang membentuk basis fisibel awal. Total biaya distribusi dapat dihitung menggunakan rumus $Z=(1)+(2)+(3)+(\dots)+(\dots)+(n)$.

2) Metode *Least Cost*

Least Cost mempertimbangkan transportasi terendah. Step-step untuk menyusun metode ini berdasarkan (Septiana et al., 2020), (Son et al., 2024), adalah:

1. Pilih kotak biaya transportasi (Cij) terkecil, alokasikan $X_{ij} = \text{minimum } [S_i, D_j]$, sehingga baris i atau kolom j akan habis. Baris atau kolom yang sudah habis akan dihilangkan.
2. Sisa kotak yang tersedia (jangan dihilangkan), pilih kembali Cij yang kecil dan alokasikan sebanyak mungkin pada baris i atau kolom j.
3. Lanjutkan hingga seluruhnya terpenuhi (Lestari et al., 2023).

3) *Stepping Stone Method*

Stepping stone method adalah sebuah pendekatan dalam pemecahan masalah atau perencanaan yang menggabungkan langkah-langkah kecil dan terukur dalam mencapai suatu tujuan yang lebih tepat. Metode ini, masalah yang lebih rumit dipecah dipecah menjadi komponen yang lebih kecil dan lebih terperinci mudah dikelola. Setiap bagian tersebut dianggap sebagai "*stepping stone*" atau batu loncatan yang membawa kita lebih dekat ke solusi akhir atau tujuan yang diinginkan (Septiana et al., 2020).

Untuk menentukan entering dan leaving variable, langkah awal adalah membentuk loop tertutup untuk setiap variabel non-basis. Loop ini dimulai dan berakhir pada variabel non-basis yang sedang diperiksa, dengan

setiap sudut loop harus berupa titik yang ditempati oleh variabel basis dalam tabel transportasi. Loop digunakan untuk mengevaluasi apakah penurunan biaya (z) dapat dicapai jika variabel non-basis dimasukkan ke dalam basis.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di PT SISUTA, Kota Dumai. Data berupa data kualitatif dan pengumpulan data melalui metode primer dan sekunder. Data penelitian ini semua kabupaten/kota di Riau, sedangkan sampel diambil dari tujuh kabupaten /kota. Data awal yang sudah dilaksanakan berupa studi awal ke perusahaan yaitu untuk mengetahui aktivitas PT SISUTA Dumai, lokasi tujuan distribusi dan biaya distribusi setiap lokasi.

HASIL

Kegiatan ini dilaksanakan sesuai tahapan yang telah di tentukan. Sesuai dengan tahapan pada Pkm ini dimulasi dengan sosialisasi apa tujuan dan manfaat yang didapatkan setelah pelatihan ini. Pelatihan dilakukan setelah dilakukan pengumpulan data yang digunakan berupa data persediaan yang ada di gudang yaitu gudang yang berada di Dumai dan Siak.

1. Sosialisasi

Sosialisasi bertujuan untuk memperkenalkan peserta pengabdian dengan Pimpinan, Karyawan dan lingkungan PT SISUTA. Hal ini bisa termasuk memahami kondisi sosial, budaya, ekonomi, dan kebutuhan masyarakat yang akan dilayani, serta membangun hubungan yang baik dengan komunitas setempat.

2. Pelatihan

Pelatihan dilakukan setelah studi lapangan untuk mendapatkan data yang dipergunakan untuk pengolahan dan analisis data. Data yang dikumpulkan berupa data persediaan yang ada di gudang yaitu gudang yang berada di Dumai dan Siak.



Gambar 1. Tumpukan Pupuk Di Gudang



Gambar 2. Kondisi Pupuk Di Gudang



Gambar 3. Tata Letak Pupuk di Gudang



Gambar 4. Lokasi Gudang

Data tersebut direkapitulasi seperti Tabel 4.1 adalah:

Tabel 1. Data Persediaan

| No. | Gudang | Stok (Ton) |
|--------------|--------|------------|
| 1 | Dumai | 2500 |
| 2 | Siak | 1600 |
| TOTAL | | 4100 |

Selain data persediaan data yang dikumpulkan juga berupa data kebutuhan oleh setiap daerah yang ada di wilayah Provinsi Riau yaitu:

Tabel 2. Data Kebutuhan dan Biaya Transportasi

| No. | Distributor | Permintaan | Dumai (Rp.) | Siak (Rp.) |
|-----|-----------------|--------------|-------------|------------|
| 1 | Pekanbaru | 400 | 4.000.000 | 3.500.000 |
| 2 | Duri | 500 | 3.000.000 | 4.000.000 |
| 3 | Bagan Batu | 800 | 4.000.000 | 8.800.000 |
| 4 | Ujung Batu | 720 | 7.000.000 | 7.000.000 |
| 5 | Bagan Siapi api | 500 | 3.800.000 | 8.700.000 |
| 6 | Minas | 640 | 3.800.000 | 3.000.000 |
| 7 | Rengat | 540 | 14000000 | 7.800.000 |
| | Total | 4.100 | | |

Data yang didapatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 terlebih dahulu dibentuk dalam matriks transportasi yang dinolah dengan menggunakan Microsoft Exel seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Matrik Transportasi dari Gudang ke Distributor

| | | Distributor | | | | | | | supply |
|--------|------------|-------------|-----------|------------|------------|----------------|---------|---------|--------|
| | | Duri | Pekanbaru | Bagan Batu | Ujung Batu | Bagan Siapiapi | Minas | Rengat | |
| Gudang | Dumai | Rp2.344 | Rp1.361 | Rp1.429 | Rp1.606 | Rp1.520 | Rp1.570 | Rp2.029 | 2750 |
| | Siak | Rp1.361 | Rp1.902 | Rp1.477 | Rp1.591 | Rp1.532 | Rp2.206 | Rp1.518 | 1500 |
| | Permintaan | 450 | 240 | 620 | 310 | 500 | 560 | 840 | 4250 |

Menghitung Z optimal dengan menjumlahkan antara perkalian biaya dengan kebutuhan seperti berikut:

$$Z = (2344*450)+91361*240+(1429*620) + (1606*310)+(1520*500)+(1570*560)+ (2029*840)+(1361*450)+(1902*240)+ (1477*620)+(1591*310)+(1532*500) + (2206*560)+(1518*840)$$

$$Z = \text{Rp. } 11.683.200.$$

Biaya pendistribusian berdasarkan matriks transportasi di dapat Rp. 11.683.200. Selanjutnya biaya tersebut dapat dioptimalkan dengan menggunakan metode *north west corner* (NWC) dan metode *least cost* (LC).

Metode North West Corner

Metode north west corner dapat dilanjutkan setelah melakukan matriks transportasi. Metode NWC dapat di hitung seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Metode North West Corner

| | | Distributor | | | | | | | supply |
|--------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| | | Duri | Pekanbaru | Bagan Batu | Ujung Batu | Bagan Siapiapi | Minas | Rengat | |
| Gudang | Dumai | Rp2.344 500 | Rp1.361 400 | Rp1.429 800 | Rp1.606 720 | Rp1.520 80 | Rp1.570 | Rp2.029 | 2500 |
| | Siak | Rp1.361 | Rp1.902 | Rp1.477 | Rp1.591 | Rp1.532 420 | Rp2.206 640 | Rp1.518 540 | 1600 |
| | Permintaan | 500 | 400 | 800 | 720 | 500 | 640 | 540 | 4100 |

Menghitung biaya transportasi berdasarkan NWC yaitu mengalikan biaya dengan jumlah yang memiliki kebutuhan pada kolom yaitu:

$$Z = (x) + (x) + (x) + \dots + n$$

$$Z = (2.344 \times 500) + (1.361 \times 400) + \dots + (1.518 \times 540) = \text{Rp. } 7.012.520;$$

Hasil perhitungan NWC yang didapatkan sebesar Rp. 7.012.520 selanjutnya di hitung dengan *least cost* untuk lebih *feasible* lagi.

Metode Least Cost

Perhitungan dengan menggunakan *least cost* terlebih dahulu memilih sel dengan biaya yang terendah yang sesuaikan dengan banyak permintaan. Selanjutnya perhitungan dapat dipilih sel yang lebih besar dari sel yang pertama dan setelah terisi semua sel baru dapat dihitung biayanya.

Tabel 5. Metode Least Cost

| | | Distributor | | | | | | | supply |
|----------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| | | Duri | Pekanbaru | Bagan Batu | Ujung Batu | Bagan Siapiapi | Minas | Rengat | |
| G u d a n g | Dumai | Rp2.344 500 | Rp1.361 400 | Rp1.429 800 | Rp1.606 720 | Rp1.520 80 | Rp1.570 640 | Rp2.029 | 2500 |
| | Siak | Rp1.361 500 | Rp1.902 | Rp1.477 | Rp1.591 560 | Rp1.532 | Rp2.206 | Rp1.518 540 | 1600 |
| | Permintaan | 500 | 400 | 800 | 720 | 500 | 640 | 540 | 4100 |

Tabel 5. dapat dihitung besar biaya transportasi, untuk perhitungannya sama seperti perhitungan pada NWC yaitu:

$$Z = (x) + (x) + (x) + \dots + n$$

$$Z = (1.361 \times 400) + (1.429 \times 800) + \dots + (1.518 \times 540) = \text{Rp. } 6.099.040;$$

Besarnya biaya yang di dapatkan setelah melakukan perhitungan dengan metode least cost adalah Rp. 6.100.540

Metode Steping Stone

Perhitungan metode *stepping stone* dilakukan untuk lebih optimal dan efisiensi dalam penggunaan biaya. Solusi untuk perhitungan *stepping stone* terlebih dahulu memilih salah satu sel kosong tanfa lokasi dalam tabel distribusi, dan dilanjutkan memindahkan barang yang ada ke sel kosong yang di alokasikan, untuk siklus ini jika biaya bernilai negatif berarti dapat mengurangi biaya total. Untuk memulai perhitungan *stepping stone* terlebih dahulu merujuk ke

Tabel 4.4 Metode NWC. Tabel ini akan menjadi awal perhitungan untuk *stepping stone* dengan menentukan *entering variabel*.

Tabel 6. Loop Variabel Nonbasis

| | | Distributor | | | | | | | supply |
|----------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| | | Duri | Pekanbaru | Bagan Batu | Ujung Batu | Bagan Siapiapi | Minas | Rengat | |
| G u d a n g | Dumai | Rp2.344 500 | Rp1.361 400 | Rp1.429 800 | Rp1.606 720 | Rp1.520 80 | Rp1.570 640 | Rp2.029 | 2500 |
| | Siak | Rp1.361 500 | Rp1.902 | Rp1.477 | Rp1.591 560 | Rp1.532 | Rp2.206 | Rp1.518 540 | 1600 |
| | Permintaan | 500 | 400 | 800 | 720 | 500 | 640 | 540 | 4100 |

Penjumlahan harga nonbasis pada Tabel 6. dapat dihitung mulai dari angkat positif (+) dan berputar melawan arah jarum jam, sedangkan tanda negatif (-) menyatakan bahwa nilai pada kotak bisa bertambah atau berkurang.

Nilai yang didapatkan setelah perhitungan adalah:

$$1.570 - 1.520 + 1.532 - 2.206 = - 624$$

$$2.029 - 1.520 + 1.532 - 1.518 = 523$$

$$1.361 - 1.532 + 1.520 - 2.344 = - 995$$

$$1.902 - 1.532 + 1.520 - 1.361 = 529$$

$$1.477 - 1.532 + 1.520 - 1.429 = 36$$

$$1.591 - 1.532 + 1.520 - 1.606 = - 27$$

Hasil perhitungan *entering variabel* terdapat variabel nonbasis bernilai negatif yang tinggi. Untuk meminimumkan *entering variabel* pada variabel nonbasis yang bernilai negatif sehingga terjadi perubahan pengalokasian sampai terdapat nilai *entering variabel* nonbasis yang positif. Setelah dilakukan berulang kali *entering varian* (lampiran) pada pengalokasian didapat variabel nonbasis yang bernilai positif seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Loop Perubahan Entering Variabel

| | | Distributor | | | | | | | supply |
|----------------------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| | | Duri | Pekanbaru | Bagan Batu | Ujung Batu | Bagan Siapiapi | Minas | Rengat | |
| G u d a n g | Dumai | Rp2.344 500 | Rp1.361 400 | Rp1.429 800 | Rp1.606 160 | Rp1.520 500 | Rp1.570 640 | Rp2.029 | 2500 |
| | Siak | Rp1.361 500 | Rp1.902 | Rp1.477 | Rp1.591 560 | Rp1.532 | Rp2.206 | Rp1.518 540 | 1600 |
| | Permintaan | 500 | 400 | 800 | 720 | 500 | 640 | 540 | 4100 |

Perhitungan hasil perubahan nonbasis pada perubahan *entering variabel* adalah

$$\begin{aligned}2.344 - 1.361 + 1.591 - 1.606 &= 968 \\2.029 - 1.606 + 1.591 - 1.518 &= 496 \\1.902 - 1.591 + 1.606 - 1.361 &= 556 \\1.477 - 1.591 + 1.606 - 1.429 &= 63 \\1.532 - 1.520 + 1.606 - 1.591 &= 27 \\2.206 - 1.570 + 1.606 - 1.591 &= 651\end{aligned}$$

Hasil perubahan nonbasis didapat secara keseluruhan sudah bernilai positif. Hasil ini sudah dapat dilanjutkan perhitungan biaya dengan metode *stepping stone* yaitu:

$$\begin{aligned}Z &= (x) + (x) + (x) + \dots + n \\Z &= (1.361 \times 400) + (1.429 \times 800) + (1.606 \times 160) \\&+ (1.520 \times 500) + (1.570 \times 640) + (1.361 \times 500) \\&+ (1.591 \times 560) + (1.518 \times 540) \\Z &= \text{Rp. } 6.100.540;\end{aligned}$$

Hasil yang didapatkan setelah perhitungan *stepping stone* dengan biaya optimalnya adalah sebesar Rp. 6.100.540.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pelatihan setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan *microsof exel* dapat perubahan harga atau biaya transportasi awal dengan adanya perhitungan *north west corner*, *least cost* dan *stepping stone* sampai. Perhitungan biaya sebelum dilakukan dengan menggunakan metode adalah sebesar Rp. 11.683.200. Perhitungan dengan menggunakan metode *North West Corner* didapat nilai biaya transportasi sebesar Rp. 7.012.520; dan dengan menggunakan metode *least cost* beserta *stepping stone* memperoleh nilai biaya transportasi Rp. 6.100.540. Besarnya selisih nilai yang di dapat antara biaya awal dengan *north west corner* sebesar Rp. 4.850.680, selisih nilai awal dengan *least cost* dan *stepping stone* adalah Rp. 5.762.660, sedangkan selisih nilai *north west corner* dengan *least cost* dan *stepping stone* sebesar Rp. 911.980.

Hasil pelatihan dapat di evaluasi bahwa biaya yang paling optimal di dapat dari metode *least cost* dan *stepping stone* karena memberikan nilai yang paling terendah dari perhitungan yang di lakukan. Dalam hal dapat disimpulkan bahwa metode yang paling efisien digunakan yaitu dengan menggunakan *least cost* dan *stepping stone* yang

menghasilkan selisih dengan nilai awal sebesar Rp. 5.762.660.

SIMPULAN

Hasil analisis dan pengabdian yang dilakukan dapat memberikan suatu penambahan skill tentang perhitungan optimalisasi model transportasi pupuk yang optimal. Hasil yang didapatkan dengan metode *North West Corner*, metode *Least Cost* dan *Stepping Stone* juga terbukti lebih efisien, dengan selisih penghematan tambahan sebesar Rp. 911.980. Oleh karena itu, PT SISUTA dapat terbantu menghitung dan dapat mengaplikasikan sistim perhitungan metode transportasi bahwa metode yang paling optimal dan efisien dalam mengurangi biaya transportasi adalah ***Least Cost dan Stepping Stone***, karena metode ini memberikan total biaya pengiriman yang paling rendah serta menghasilkan penghematan terbesar dari nilai awal, yaitu sebesar Rp. 5.762.660. Untuk kegiatan PKM selanjutnya disarankan untuk melakukan pengendalian dan evaluasi biaya transportasi secara berkala.

DAFTAR RUJUKAN

- Chen, L., Jiang, Y., Deng, X., Zheng, S., Chen, H., & Rabiul Islam, M. (2024). A multi-period restoration approach for resilience increase of active distribution networks by considering fault rapid recovery and component repair. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 161(August), 110181. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.110181>
- Christopher, M. (1998). *Logistic and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service*.
- Fan, P., Yang, J., Ke, S., Wen, Y., Liu, X., Ding, L., & Ullah, T. (2024). A multilayer voltage intelligent control strategy for distribution networks with V2G and power

- energy Production-Consumption units. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 159(April), 110055. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.110055>
- Guo, M. F., Yao, M., Gao, J. H., Liu, W. L., & Lin, S. (2024). An incremental high impedance fault detection method under non-stationary environments in distribution networks. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 156(PA), 109705. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2023.109705>
- Lestari, S., Mustari, G. I., Muttaqien, Z., Tangerang, C., Manufaktur, F. T., Jenderal, U., & Yani, A. (2023). Implementasi Metode Transportasi Dalam Optimasi Biaya Distribusi Produk Karet Pada PT. IRC Inoac Indonesia. 12(01), 26–33. <http://jurnal.umt.ac.id/index.php/jt/index>
- Melliana, Sinulingga, S., Nasution, H., & Matondang, N. (2019). Impact Competence of Human Resources and Infrastructure in Logistic Performance Improvement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012144>
- Sanjaya, S., & Perdana, T. (2015). Logistics System Model Development on Supply Chain Management of Tomato Commodities for Structured Market. *Procedia Manufacturing*, 4(Iess), 513–520. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.070>
- Septiana, M. A., Hidayattulloh, R., Machmudin, J., & Anggraeni, N. F. (2020). Optimasi Biaya Pengiriman Kelapa Menggunakan Model Transportasi Metode Stepping Stone. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 5(2), 111–115. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v5i2.1909>
- Son, E. T., Oh, B. C., Cho, J. T., Kim, H. J., & Kim, S. Y. (2024). Optimizing load transfer ability in short-term planning of advanced distribution management system: An empirical study on South Korea. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 157(October 2023), 109807. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2024.109807>
- Susan Meyer Goldstein, Roger G Schroeder, M. J. R. (2012). *Operations Management in the Supply Chain: Decisions and Cases* (6th, berilus ed.). McGraw-Hill Education.
- Syahidah, Melliana, dan Mesra, T. (2023). Optimalisasi Antrian Truk di PT Kuala Lumpur Kepong Dumai. *Jurnal ARTI, ISSN: 2807-6443*, 18, No. 2, pp: 1-10.
- Wiratmani, E., Falani, I., Billah, S. H., Oktavianto, A., Pamoajer, H., & Akbar, S. (2022). Optimalisasi Biaya Distribusi Produk dengan Menggunakan Vogel's Approximation Method di PT. LF Beauty Manufacturing. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 6(3), 236. <https://doi.org/10.30998/string.v6i3.10433>