

Pengoptimalan Biaya Distribusi Bahan Material Keramik Menggunakan Metode *Least Cost*

Muhammad Haikal Ziaulhaq^{1, a)}, Aisyah Affandi^{2, b)}, S Aritonang^{3, c)}

^{1,2} Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Sentul

³ Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Sentul

^{a)} muhammadhaikalziaulhaq@gmail.com

^{b)} aaisyah08112004@gmail.com

^{c)} sovian.aritonang@idu.ac.id

Abstrak: PT. Indah Bangunan adalah perusahaan distributor keramik yang berlokasi di Kota Palu. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan biaya transportasi yang optimal dalam pendistribusian keramik guna meningkatkan efisiensi operasional. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi pembuatan model transportasi berdasarkan data aktual, penentuan solusi awal menggunakan metode *Least Cost*, dan penyempurnaan solusi dengan metode *Stepping Stone* untuk memperoleh hasil yang optimal. Berdasarkan analisis, solusi awal yang diperoleh menggunakan metode *Least Cost* menghasilkan hasil yang sama dengan solusi optimal yang diperoleh melalui metode *Stepping Stone*, menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam meminimalkan biaya transportasi.

Kata Kunci: Metode *Least Cost*, Metode *Stepping Stone*, Optimalisasi, Transportasi, Keramik

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya zaman dan persaingan perusahaan dalam menawarkan produknya untuk menarik minat konsumen, perusahaan harus dapat menjaga eksistensinya dengan memenuhi kebutuhan pelanggan serta mempertahankan tingkat kepuasan pelanggan. Penurunan tingkat kepuasan pelanggan dapat mengakibatkan penurunan kepercayaan pelanggan, bahkan berisiko menyebabkan hilangnya pelanggan. Untuk menghindari hal tersebut, perusahaan perlu melakukan analisis terhadap faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kepuasan pelanggan[1].

Dalam hal pengangkutan dan pengalokasian barang agar sampai ke tangan konsumen, biaya distribusi[2][3] yang optimal menjadi salah satu faktor penting yang dapat menentukan tingkat kepuasan pelanggan terhadap produk. Untuk memecahkan masalah tersebut, diperlukan perancangan model transportasi[4][5] yang tepat dan efisien. Tujuan dari model transportasi ini adalah untuk menentukan jumlah barang yang harus dikirimkan dari setiap sumber ke setiap tujuan sedemikian rupa sehingga biaya transportasi[6][7] total dapat diminimalkan.

Masalah transportasi mengacu pada cara pendistribusian barang dari sejumlah sumber (*origin*) ke sejumlah tujuan (*destination*)[5]. Tujuan utama dari masalah ini adalah mencari pola pendistribusian dan jumlah barang yang harus diangkut dari masing-masing sumber ke masing-masing tujuan dengan biaya angkut total yang paling rendah[8][5], sambil memenuhi kendala yang ada.

Setiap perusahaan pasti akan menghadapi tantangan dalam hal pendistribusian barang, dan untuk itu, perusahaan harus mampu mengatur biaya transportasi yang digunakan agar tetap terjaga keseimbangannya antara pengeluaran dan pemasukan. Perusahaan juga memerlukan rencana pendistribusian yang optimal agar tidak terjadi ketidakseimbangan yang dapat merugikan perusahaan. Salah satu contohnya adalah perusahaan PT. Indah Bangunan, yang bergerak dalam distribusi bahan bangunan di Provinsi Sulawesi Tengah. PT. Indah Bangunan, yang didirikan pada tahun 2008 oleh Bapak Harto B, SE, mendistribusikan produk bangunan, khususnya keramik[9][10][11], kepada agen-agen yang tersebar di berbagai lokasi. Layanan distribusi bahan bangunan ini dibatasi oleh kapasitas gudang dari masing-masing agen dan kapasitas toko tujuan agen.

Masalah dalam pendistribusian ini terletak pada pengalokasian keramik dari beberapa agen ke berbagai toko tujuan, dengan tujuan untuk meminimalkan total biaya transportasi. Oleh karena itu, PT. Indah Bangunan memerlukan metode yang tepat untuk mendistribusikan produk tersebut dari beberapa sumber (agen) ke beberapa tujuan (toko) sehingga menghasilkan biaya transportasi yang optimal. Untuk menyelesaikan masalah ini, dapat diterapkan metode *Least Cost* [12][13] untuk memperoleh solusi awal dan digunakan untuk mencari distribusi yang lebih optimal. Metode ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efisien dalam mengatur biaya transportasi, sehingga perusahaan dapat mengoptimalkan pengeluaran dalam proses distribusi barang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian pengoptimalan biaya distribusi bahan material keramik menggunakan metode *Least Cost* mencakup beberapa prosedur utama. Langkah pertama adalah pengumpulan dan kajian literatur yang relevan, khususnya mengenai teori optimasi, model distribusi bahan material, metode *Least Cost*, serta penerapan metode ini dalam pengelolaan distribusi. Penelitian ini juga mengkaji aspek-aspek terkait seperti faktor biaya pengiriman[14], jarak antar lokasi [15], kapasitas gudang[16][17], dan permintaan bahan material di berbagai titik distribusi [18][19]. Kajian literatur ini bertujuan untuk membangun dasar teoritis yang kokoh dan memahami asumsi yang relevan dalam pengembangan model distribusi. Setelah itu, model distribusi bahan material keramik dibangun menggunakan metode *Least Cost*, dengan mempertimbangkan berbagai parameter seperti biaya pengiriman antar pusat distribusi dan lokasi tujuan, kapasitas pengiriman, serta permintaan di setiap lokasi. Model ini bertujuan untuk meminimalkan total biaya distribusi dengan mengalokasikan jumlah bahan material yang sesuai dari sumber ke titik permintaan.

Penyelesaian model dilakukan dengan metode *Least Cost*, yang digunakan untuk menentukan distribusi bahan material dengan biaya terendah, memperhatikan keterbatasan kapasitas dan permintaan di setiap lokasi. Proses ini akan mengoptimalkan biaya distribusi total[20][21] dan memastikan kebutuhan pasokan bahan material keramik dapat dipenuhi dengan efisien. Pada tahap akhir, hasil analisis dari solusi model distribusi akan disintesis dalam bentuk kesimpulan yang mengevaluasi

efektivitas metode *Least Cost* dalam mengoptimalkan biaya distribusi bahan material keramik. Kesimpulan ini juga akan membahas implikasi terhadap efisiensi operasional dan penghematan biaya dalam rantai pasok [22][23], serta memberikan wawasan mengenai penerapan teknik optimasi [24] [25] dalam pengelolaan distribusi bahan dalam industri material keramik. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model distribusi yang optimal dan aplikatif, serta memberikan kontribusi signifikan dalam pengelolaan distribusi bahan material keramik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah beberapa data persediaan keramik, masing-masing agen memiliki persediaan yang berbeda beda yang dapat dilihat pada tabel berikut

TABEL 1. Data Persediaan Keramik Pada Tiga Agen

| No. | Nama Agen | Alamat | Persediaan |
|-----|-----------|-----------------------|------------|
| 1 | Agen 1 | Jl. Pelita Air Permai | 2520 dos |
| 2 | Agen 2 | Jl. Rajamoili | 1497 dos |
| 3 | Agen 3 | Jl. Soekarno Hatta | 983 dos |
| | Jumlah | | 5000 dos |

Setiap agen mendistribusikan keramik kepada pelanggannya sesuai jumlah yang diminta oleh setiap toko. Data permintaan keramik dari masing-masing toko pelanggan tercantum dalam tabel berikut.

TABEL 2. Data Permintaan Pelanggan Keramik Pada Setiap Agen

| No. | Pelanggan | Alamat | Permintaan |
|-----|---------------------------------|--------------------|------------|
| 1 | Toko Sinar Prima(T_1) | Jl.Imam Bonjol | 540 dos |
| 2 | Toko Adil (T_2) | Jl. Basuki Rahmat | 635 dos |
| 3 | Toko Sujaya (T_3) | Jl. Emi Saelan | 520 dos |
| 4 | Toko Agung (T_4) | Jl. Touwa | 570 dos |
| 5 | Toko Usaha Jaya (T_5) | Jl. Raden Saleh | 440 dos |
| 6 | Toko Showroom Keramik(T_6) | Jl. Yosudarso | 425 dos |
| 7 | Toko Aneka Maju (T_7) | Jl. Dewi Sartika | 590 dos |
| 8 | Toko Cahaya Prima (T_8) | Jl. Veteran | 400 dos |
| 9 | Toko Mulia (T_9) | Jl. RE Martadinata | 420 dos |
| 10 | Toko Prima Bangunan(T_{10}) | Jl. Soeprapto | 460 dos |
| | Jumlah | | 5000 dos |

| | | | | | | | | | | | S_i |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|-------|
| S_1 | 13 | 10 | 11 | 10 | 13 | 12 | 10 | 13 | 15 | 12 | 2520 |
| | X_{11} | X_{12} | X_{13} | X_{14} | X_{15} | X_{16} | X_{17} | X_{18} | X_{19} | $X_{1,10}$ | |
| S_2 | 12 | 13 | 12 | 13 | 10 | 11 | 13 | 14 | 12 | 10 | 1497 |
| | X_{21} | X_{22} | X_{23} | X_{24} | X_{25} | X_{26} | X_{27} | X_{28} | X_{29} | $X_{2,10}$ | |
| S_3 | 15 | 14 | 14 | 15 | 13 | 13 | 15 | 13 | 10 | 12 ⁹⁸³ | |
| | X_{31} | X_{32} | X_{33} | X_{34} | X_{35} | X_{36} | X_{37} | X_{38} | X_{39} | $X_{3,10}$ | |
| P_j | 540 | 635 | 520 | 570 | 440 | 425 | 590 | 400 | 420 | 460 | 5000 |

Dari tabel diatas, X_{11} sampai $X_{3,10}$ menggambarkan pengiriman sejumlah keramik dari agen S_i ke pelanggan P_j . Kapasitas ditiap-tiap agen ditempatkan pada kolom penawaran (S_i), sedangkan permintaan pelanggan ditempatkan pada baris permintaan (P_j). Sel kecil (dalam kotak) pada setiap elemen matrik merupakan besar satuan biaya transportasi yang harus dilakukan disetiap pengiriman keramik.

Dari model transportasi diatas, untuk menentukan solusi awal data yang diperoleh dikelola dengan menggunakan metode *Vogel's Aproximation*. Adapun matriks transportasi yang terbentuk setelah dilakukan langkah-langkah untuk menentukan solusi awal adalah sebagai berikut:

TABEL 6. Biaya Transportasi dan Kapasitas Awal

| Ke | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|
| Dari | T_1 | T_2 | T_3 | T_4 | T_5 | T_6 | T_7 | T_8 | T_9 | T_{10} | S_i |
| S_1 | | 635 | 520 | 570 | | 205 | 590 | | | | 2520 |
| S_2 | 377 | | | | 440 | 220 | | | | 460 | 1497 |
| S_3 | | | | | | | | 400 | 420 | | 983 |
| P_j | 540 | 635 | 520 | 570 | 440 | 425 | 590 | 400 | 420 | 460 | 5.000 |

Dalam bentuk matriks transportasi diatas dapat dilihat bahwa permintaan dan penawaran telah terpenuhi, sehingga selesai pula Langkah-langkah untuk mendapatkan Solusi awal dengan metode *least cost*. Sehingga Solusi awal dengan menggunakan metode *least cost* adalah sebagai

berikut:

$$\begin{aligned}
 F &= 635(X_{12}) + 520(X_{13}) + 570(X_{14}) + 205(X_{16}) + 590(X_{17}) + 540(X_{21}) \\
 &\quad + 440(X_{25}) + 57(X_{26}) + 460(X_{2,10}) + 400(X_{38}) + 420(X_{39}) \\
 &= 635(10000) + 520(11000) + 570(10000) + 205(12000) + 590(10000) \\
 &\quad + 377(12000) + 440(10000) + 220(11000) + 460(10000) \\
 &\quad + 400(13000) + 420(10000) = 51.474.000
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh Solusi awal dengan metode *least cost*, selanjutnya untuk menentukan Solusi optimal digunakan metode *stepping stone*. Berikut merupakan Langkah Langkah yang dilakukan dalam metode *stepping stone* yaitu dengan menentukan jalur tertutup pada kotak-kotak kosong yang terdapat pada matriks transportasi solusi awal, kemudian setelah itu akan diberikan perubahan biaya yang dihasilkan dari masing-masing jalur tersebut sebagai berikut:

TABEL 7. Iterasi 1 Menentukan jalur tertutup

| Kotak Kosong | Jalur Tertutup |
|--------------|---|
| X_{11} | $x_{11} \rightarrow x_{15} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{21}$ |
| X_{15} | $x_{15} \rightarrow x_{16} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{25}$ |
| X_{18} | $x_{18} \rightarrow x_{38} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{16}$ |
| X_{19} | $x_{19} \rightarrow x_{29} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{16}$ |
| $X_{1,10}$ | $x_{1,10} \rightarrow x_{2,10} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{16}$ |
| X_{22} | $x_{22} \rightarrow x_{2,10} \rightarrow x_{16} \rightarrow x_{13}$ |
| X_{23} | $x_{23} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{16} \rightarrow x_{13}$ |
| X_{24} | $x_{24} \rightarrow x_{2,10} \rightarrow x_{1,10} \rightarrow x_{13}$ |
| X_{27} | $x_{27} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{16} \rightarrow x_{17}$ |
| X_{28} | $x_{28} \rightarrow x_{38} \rightarrow x_{36} \rightarrow x_{26}$ |
| X_{29} | $x_{29} \rightarrow x_{39} \rightarrow x_{36} \rightarrow x_{26}$ |
| X_{31} | $x_{31} \rightarrow x_{21} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{16}$ |
| X_{32} | $x_{32} \rightarrow x_{12} \rightarrow x_{16} \rightarrow x_{36}$ |
| X_{33} | $x_{33} \rightarrow x_{13} \rightarrow x_{16} \rightarrow x_{36}$ |
| X_{34} | $x_{34} \rightarrow x_{14} \rightarrow x_{16} \rightarrow x_{36}$ |
| X_{35} | $x_{35} \rightarrow x_{25} \rightarrow x_{16} \rightarrow x_{36}$ |
| X_{36} | $x_{36} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{296} \rightarrow x_{39}$ |
| X_{37} | $x_{37} \rightarrow x_{27} \rightarrow x_{29} \rightarrow x_{39}$ |
| $X_{3,10}$ | $x_{3,10} \rightarrow x_{36} \rightarrow x_{26} \rightarrow x_{2,10}$ |

TABEL 8. Nilai C_y Iterasi 1

| C_{ij} | Jalur Penambahan dan | Perubahan |
|------------|--------------------------|-----------|
| | Pengurangan | Biaya |
| C_{11} | +13000-12000+11000-12000 | 0 |
| C_{15} | +13000-12000+11000-10000 | 2000 |
| C_{18} | +13000-13000+13000-12000 | 1000 |
| C_{19} | +15000-10000+13000-12000 | 6000 |
| C_{22} | +12000-10000+11000-12000 | 1000 |
| C_{24} | +13000-10000+12000-11000 | 4000 |
| C_{27} | +12000-11000+12000-11000 | 2000 |
| C_{28} | +13000-10000+12000-11000 | 4000 |
| C_{29} | +13000-11000+12000-10000 | 4000 |
| C_{32} | +14000-13000+13000-11000 | 3000 |
| C_{33} | +12000-10000+13000-11000 | 4000 |
| C_{34} | +15000-12000+11000-13000 | 1000 |
| C_{35} | +14000-10000+12000-13000 | 3000 |
| C_{36} | +14000-11000+12000-13000 | 2000 |
| C_{37} | +15000-10000+12000-13000 | 4000 |
| $C_{3,10}$ | +13000-10000+11000-13000 | 1000 |
| | +13000-11000+12000-10000 | 3000 |
| | +15000-13000+12000-10000 | 4000 |
| | +12000-13000+11000-10000 | 0 |

Terlihat dari tabel diatas bahwa perubahan biaya dari jalur penambahan dan pengurangan memiliki perubahan biaya yang positif. Karena diperoleh perubahan biaya yang positif maka hal tersebut dikatakan optimal. Sehingga dari nilai perubahan iterasi 1 diatas, didapatkan analisis bahwa hasil solusi optimal.

PT. Indah Bangunan Palu adalah perusahaan yang mendistribusikan keramik melalui tiga agen dengan total persediaan mencapai 5.000 dos. Rinciannya, Agen 1 memiliki 2.520 dos, Agen 2 memiliki 1.497 dos, dan Agen 3 memiliki 983 dos. Ketiga agen ini bertugas memenuhi permintaan dari sepuluh toko bangunan yang merupakan pelanggan tetap perusahaan. Permintaan keramik dari masing-masing toko adalah sebagai berikut: T1 sebanyak 540 dos, T2 sebanyak 635 dos, T3 sebanyak 520 dos, T4 sebanyak 570 dos, T5 sebanyak 440 dos, T6 sebanyak 425 dos, T7 sebanyak 590 dos, T8 sebanyak 400 dos, T9 sebanyak 420 dos, dan T10 sebanyak 460 dos. Jumlah keseluruhan permintaan ini sama dengan total persediaan, yaitu 5.000 dos. Biaya transportasi untuk pendistribusian keramik pada bulan September 2016 tercatat sebesar Rp. 62.126.000 per bulan. Namun, biaya ini dapat dioptimalkan dengan pendekatan yang lebih efisien menggunakan metode transportasi.

Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengoptimalkan biaya transportasi adalah *Least Cost Method*. Metode ini fokus pada pendistribusian barang dari agen ke toko-toko dengan biaya transportasi terendah terlebih dahulu, kemudian secara bertahap memenuhi permintaan berdasarkan ketersediaan dan biaya pengiriman. Hasil implementasi metode ini menunjukkan bahwa distribusi yang dilakukan menjadi lebih efisien dibandingkan dengan distribusi sebelumnya. Agen 1, misalnya, hanya mengirimkan keramik ke lima toko tujuan (T2, T3, T4, T6, dan T7) dengan total 2.520 dos, sesuai dengan kapasitasnya. Agen 2 mendistribusikan ke empat toko (T1, T5, T6, dan T10) dengan total 1.497 dos, sementara Agen 3 mendistribusikan ke tiga toko (T6, T8, dan T9) dengan total 983 dos. Pendistribusian ini tidak hanya memastikan semua permintaan terpenuhi tetapi juga memaksimalkan efisiensi biaya transportasi.

Dibandingkan dengan metode distribusi awal di mana setiap agen mengirimkan barang ke seluruh toko tanpa pola tertentu, penggunaan *Least Cost Method* menghasilkan perubahan signifikan. Dengan distribusi awal, total biaya transportasi mencapai Rp. 62.126.000 per bulan. Namun, dengan metode *Least Cost*, biaya tersebut berhasil ditekan menjadi Rp. 51.474.000 per bulan. Hal ini berarti perusahaan mampu menghemat Rp. 8.370.000 per bulan, yang tentu memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional perusahaan secara keseluruhan.

Selain efisiensi biaya, pendekatan ini juga memperlihatkan bagaimana distribusi optimal dapat meningkatkan produktivitas logistik. Dalam distribusi awal, pengiriman dilakukan tanpa mempertimbangkan biaya minimal atau pola distribusi yang efisien. Sebaliknya, metode transportasi dengan pendekatan *Least Cost* mengarahkan setiap agen untuk fokus pada pengiriman ke toko-toko dengan biaya transportasi terendah terlebih dahulu. Hal ini tidak hanya mengurangi biaya, tetapi juga mengurangi kompleksitas operasional karena setiap agen hanya mengirimkan barang ke toko-toko tertentu saja.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, hasil dari penelitian pada gudang PT. Indah Bangunan Palu pada bulan September 2016 dapat disimpulkan bahwa penerapan metode transportasi, khususnya *Least Cost Method*, memberikan solusi optimal dalam mengelola biaya distribusi. Dengan pola distribusi baru, perusahaan tidak hanya memenuhi seluruh permintaan toko pelanggan tetapi juga berhasil mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan memaksimalkan keuntungan. Strategi ini membuktikan bahwa analisis matematis dan perencanaan logistik yang baik dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap efisiensi dan keberlanjutan operasional perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan dukungan selama proses penulisan ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penulisan ini dapat berjalan dengan lancar. Dukungan dan bantuan dari berbagai pihak sangat berarti dalam menyelesaikan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Daryanti and M. S. Shihab, “Analisis Tingkat Kepuasan Pelanggan Dengan Menggunakan Konsep E-Servqual (Studi Kasus Pelanggan Shopee),” *J. Entrep. Manag. Ind.*, vol. 2, no. 3, pp. 120–127, 2019.
- [2] I. N. Lalitasari, D. N. Pratiwi, and H. Samanto, “Analisis pengaruh biaya produksi, biaya distribusi dan volume penjualan terhadap laba bersih perusahaan,” *J. Econ. Res. Policy Stud.*, vol. 3, no. 2, pp. 99–108, 2022.
- [3] I. W. Ardhyani, “MENGOPTIMALKAN BIAYA DISTRIBUSI PAKAN TERNAK DENGAN MENGGUNAKAN METODE TRANSPORTASI (Studi Kasus di PT. X Krian),” *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, p. 95, Dec. 2017.
- [4] M. Iacono, D. Levinson, and A. El-Geneidy, “Models of Transportation and Land Use Change: A Guide to the Territory,” *J. Plan. Lit.*, vol. 22, no. 4, pp. 323–340, May 2008.
- [5] R. I. Sofiani, “Pendistribusian BBA Dengan Metode Program Linier (Persoalan Transportasi),” *Tek. dan Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 51–59, 2013.
- [6] A. Purnomo, “PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN DAN BIAYA TRANSPORTASI DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC (Studi Kasus di PT TEH BOTOL SOSRO BANDUNG),” *J. Logistik Bisnis Politek. Pos Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 97–117, 2010.
- [7] D. Ritonga, J. A. Timboeleng, and O. H. Kaseke, “Analisis Biaya Transportasi Angkutan Umum Dalam Kota Manado Akibat Kemacetan Lalu Lintas,” *J. Sipil Statik*, vol. 3, no. 1, pp. 58–67, 2015.
- [8] R. Astuti, W. A. Zakaria, and T. Endaryanto, “Analisis Biaya Dan Pendapatan Usaha Pedagang Sayuran Di Pasar Tamin Kota Bandar Lampung,” *J. Ilmu-Ilmu Agribisnis*, vol. 6, no. 3, p. 288, 2019.
- [9] W. Kollenberg, “Keramik und Multi-Material 3D-Druck,” *Keramische Zeitschrift*, vol. 66, no. 4, pp. 233–236, Aug. 2014.
- [10] S. Sulisty, “Dampak Proses Sintering Material Keramik pada Sifat Mekanik dan Dimensi Suatu Produk,” *ROTASI*, vol. 20, no. 4, p. 244, Jan. 2019.
- [11] A. I. W. Anak Agung Ngurah, I. P. A. Kristyawan, and S. D. I Gusti Bagus, “Pertumbuhan Crustose Coralline Algae (CCA) pada Substrat Keramik dengan Komposisi dan Jenis Material Penyusun yang Berbeda,” *J. Teknol. Lingkungan*, vol. 25, no. 1, pp. 080–087, Jan. 2024.
- [12] C. Nelwan, J. S. Kekenusa, and Y. A. . Langi, “OPTIMASI PENDISTRIBUSIAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE LEAST COST DAN METODE MODIFIED DISTRIBUTION (Studi Kasus: PDAM Kabupaten Minahasa Utara),” *J. Ilm. SAINS*, vol. 13, no. 1, p. 45, May 2013.
- [13] E. Syara, H. Ashad, and S. Bachmid, “Analisis Metode Least Cost Analysis dan Metode Fast Tracking pada Pembangunan Kantor Kejaksaan Negeri Makassar,” *J. Flyover*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, Jun. 2023.
- [14] L. M. Safari, M. S. Ceffi, and M. Suprpto, “OPTIMASI BIAYA PENGIRIMAN BERAS MENGGUNAKAN MODEL TRANSPORTASI METODE NORTH WEST CORNER (NWC) DAN SOFTWARE LINGO,” *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 6, no. 3, pp. 184–189, Aug. 2020.
- [15] A. W. Irwan, T. Nurmala, and T. D. Nira, “Pengaruh jarak tanam berbeda dan berbagai dosis pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hanjeli pulut (Coix lacryma-jobi L.) di dataran tinggi Punclut,” *Kultivasi*, vol. 16, no. 1, pp. 233–245, 2017.
- [16] H. Juliana and N. U. Handayani, “PENINGKATAN KAPASITAS GUDANG DENGAN PERANCANGAN LAYOUT MENGGUNAKAN METODE CLASS-BASED STORAGE,” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 2, p. 113, Jun. 2016.

- [17] Noor I, “Peningkatan Kapasitas Gudang Dengan Redesign Layout Menggunakan Metode Shared Storage ,” *J. Jieom*, vol. 1, no. 1, pp. 12–18, 2018.
- [18] N. Y. Apriyanto, D. Rizaludin, C. Darujati, and M. N. Al-Azam, “Sistem Informasi Geografis Distribusi Titik ODP Jaringan FTTH PT. Radnet Digital Indonesia,” *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 222–231, Nov. 2022.
- [19] N. L. Azizah, “Aplikasi Pewarnaan Graf untuk Optimalisasi Distribusi Raskin di Kabupaten Sidoarjo,” *J. Ris. dan Apl. Mat.*, vol. 2, no. 1, p. 31, Apr. 2018.
- [20] G. Batuwael, F. D. Pongoh, and M. S. Paendong, “Metode Transportasi Pada Distribusi Ikan di Pelabuhan Perikanan Sulawesi Utara,” *d’CARTESIAN*, vol. 8, no. 2, p. 161, Jul. 2019.
- [21] L. D. Simbolon, L. O. Tambunan, and F. Yanti, “Perbandingan Metode Solusi Awal Dalam Pengoptimalan Biaya Distribusi,” *J. Penelit. dan Pengabdi. Masy. Nommensen Siantar*, vol. 2, no. 1, pp. 24–31, 2022.
- [22] M. Pongoh, “Analisis Perencanaan Manajemen Rantai Pasok,” *Emba*, vol. 4, no. 3, pp. 695–704, 2016.
- [23] S. N. Anwar, “Manajemen Rantai Pasok (Supply Chain Management) : Konsep Dan Hakikat,” *J. Din. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–7, 2011.
- [24] M. Rif’an, S. HP, M. Shidiq, R. Yuwono, H. Suyono, and F. S, “Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,” *J. EECCIS*, vol. 6, no. 1, pp. 44–48, 2012.
- [25] R. N. Devita and A. P. Wibawa, “Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi Teknik-teknik optimasi knapsack problem,” *Sains, Apl. Komputasi dan Teknol. Inf. Vol 2, No 1, April 2020*, pp. 35-40, vol. 2, no. 1, p. 35, 2020.