



Penentuan rute terpendek dalam pengiriman *pallet* kayu menggunakan program dinamis

Shania Viera Agnezia*, Winarno

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang Jl. H. S Ronggowaluyo, Karawang, Jawa Barat 41361

ARTICLE INFO

Keywords:

Algoritma program dinamis
Penentuan rute terpendek

ABSTRACT

Rute perjalanan adalah faktor utama yang dapat menentukan alur pendistribusian barang. Penelitian ini membahas penentuan rute terpendek pendistribusian pallet kayu dari CV. Bintang Jaya (Bogor) menuju ke PT. Yanmar Diesel Indonesia (Depok) untuk mendapatkan rute terpendek dan biaya ongkos yang murah. Tujuan penelitian ini membuat model perjalanan yang lebih pendek dengan membandingkan beberapa rute perjalanan yang ada, sehingga akan didapatkan rute perjalanan terpendek dari pilihan rute yang sering dilalui. Penyelesaian masalah pada penelitian ini menggunakan algoritma program dinamis dengan pendekatan *forward recursive equation*, dimana hanya menggunakan 1 kali perhitungan perjalanan tanpa arah sebaliknya dan perbandingan menggunakan *software* WinQSB. Hasil penelitian ini menghasilkan rute terpendek sebesar 33,4 Km dengan rute yaitu CV. Bintang Jaya–Sukamaju–Sukamanah–Cipeucang–Gandoang–Mekarsari–Cileungsi–Kidul–Cileungsi–Nagrak–Cikeas Udik–Leuwinanggung–Jl. Raya Tapos 40-46–Sukatani–Sukamaju Baru–PT. Yanmar Diesel Indonesia. Dari jarak yang diperoleh terdapat pengurangan ongkos perjalanan menjadi Rp 40.000 – Rp 60.000 untuk sekali perjalanan. Model algoritma program dinamis dapat menyelesaikan permasalahan pemilihan rute dan penghematan ongkos pengiriman.

1. Pendahuluan

Mebel merupakan benda pakai yang dapat dipindahkan, berguna bagi kegiatan dan aktivitas manusia, mulai dari duduk, tidur, bekerja, makan, memasak, bermain dan sebagainya yang dapat memberi kenyamanan dan keindahan bagi para pemakainya [1]. Dalam bidang konstruksi, kayu masih memiliki arti penting meskipun ada banyak bahan-bahan lain yang dibutuhkan. Akan tetapi kayu memiliki kelebihan tersendiri, seperti misalnya kayu mudah dibentuk dan dikerjakan. Industri mebel di era sekarang semakin meningkat seiring berjalannya waktu karena sektor industri ini memberikan design interior yang unik dan kreatif serta nilai-nilai artistik yang memberikan kenyamanan sehingga dapat menunjang berbagai aktifitas [2].

Distribusi adalah suatu proses penyampaian barang atau jasa dari produsen ke konsumen dan para pemakai, sewaktu dan dimana barang atau jasa tersebut diperlukan. Proses distribusi tersebut pada dasarnya menciptakan faedah (*utility*) waktu dan tempat. Di era kompetitif yang dewasa pada saat ini menjadikan persaingan begitu ketat antar perusahaan, membuat perusahaan bekerja keras untuk mengatur perusahaan mereka agar mampu untuk tetap bertahan di tengah persaingan. Penerapan strategi yang tepat merupakan bagian penting yang ada dalam suatu perusahaan untuk tetap bertahan di tengah ketatnya persaingan pasar [3], [4].

Dalam proses pendistribusiannya, terkadang CV. Bintang Jaya mengalami hambatan yaitu keterlambatan produk tiba pada konsumen yang diakibatkan oleh rute perjalanan yang jauh, keterlambatan sering terjadi karena supir belum mengetahui rute mana yang dapat ditempuh dengan waktu

singkat sehingga dapat menambah waktu dan ongkos produksi. Penentuan rute kendaraan bukan hanya menyangkut pada permasalahan distribusi produk, tetapi dalam pengangkutan sampah seperti yang terjadi di kota Bandung, penentuan rute diselesaikan dengan menggunakan model *vehicle routing problem with multiple trips and intermediate facility* (VRPMTIF) yang dibandingkan dengan penelitian sebelumnya menggunakan metode *sequential insertion*, dimana hasilnya menunjukkan model VRPMTIF lebih optimal [5].

Distribusi pengiriman barang juga dapat dikategorikan sebagai *transshipment problem* [6-8]. Tidak hanya model yang bersifat deterministik [9], para peneliti juga telah membahas *transshipment problem* di mana terjadi ketidakpastian dalam lingkungan sehingga masalah menjadi bersifat stokastik [10], [11]. Permasalahan penentuan rute kendaraan sering sekali terjadi dalam distribusi pengiriman produk [12-15]. Akibatnya, penelitian-penelitian distribusi produk pada umumnya memodelkan masalah menjadi masalah *vehicle routing problem* [16-18].

Pada penelitian yang dilakukan di perusahaan yang melakukan distribusi produk kopi kepada para konsumennya, pemilihan rute yang hanya berdasarkan kemampuan supir membuat rute dan waktu tempuh belum optimal, sehingga dilakukan model pemecahan masalah dengan metode *vehicle routing problem* (VRP) dengan metode *nearest neighbour*, setelah mendapatkan solusi awal selanjutnya dilakukan perbandingan dengan menggunakan metode *tabu search* untuk mendapatkan hasil paling optimal dari 2 metode tersebut [19]. Perbaikan metode VRP untuk menentukan rute perjalanan juga dapat menggunakan metode (1-0) *insertion intra route*, seperti pada penelitian pemilihan pendistribusian tabung gas, dengan

* Corresponding author.

Email: 1810631140076@student.unsika.ac.id

Received: 17 Januari 2022; Revision: 26 Februari 2022;

Accepted: 6 Maret 2022; Available online: 6 Maret 2022

<http://dx.doi.org/10.36055/jiss.v7i2.13911>



hasil jarak yang diperoleh lebih pendek apabila menggunakan perhitungan metode (1-0) *insertion intra route* dibandingkan dengan VRP [20]. Pemilihan rute kendaraan perlu mempertimbangkan sistem transportasi dua eselon, dimana pada eselon pertama mengenai penentuan tempat dan jalur kendaraan, lalu eselon kedua mempertimbangkan permintaan dan jumlah kendaraan. Permasalahan rute kendaraan dengan dua eselon ini dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma metaheuristik, yaitu *simulated annealing* (SA) dan *large neighborhood search* (LNS), dalam pengujiannya disimpulkan bahwa algoritma SA lebih baik daripada LNS [21].

Pada penelitian [22] mengenai waktu dan jarak tempuh yang dilalui operator menjadi permasalahan yang ada pada *order picking* dengan penyelesaian masalah menggunakan *routing methods* dengan menambahkan metode replikasi untuk mengetahui perbandingan dan pengaruh terhadap jarak dan waktu tempuh serta biaya apabila terdapat pesanan berbeda dimulai dari 60-100 *order picking*. Permasalahan dalam sistem distribusi juga dapat dipecahkan dengan menggunakan model matematika dengan pertimbangan aturan penggunaan plat nomor kendaraan ganjil-genap, seperti pada penelitian yang telah dilakukan [23]. Aturan plat nomor kendaraan ganjil-genap berpotensi menaikkan biaya logistik perusahaan hingga 20%, sehingga untuk memecahkan masalah yang ada terdapat pengembangan model matematika yaitu model *mixed-integer linear programming*. Model tersebut menghasilkan solusi optimal dengan banyak waktu komputasi, contohnya waktu komputasi rata-rata dari instansi ini adalah 1 jam 35 menit. Permasalahan pemilihan dari rute kendaraan sering dikenal dengan *path cover problem with time windows* (PCPTW), di mana setiap kendaraan memulai dengan pelanggan tertentu dan menyelesaikan rutenya di pelanggan lain. Pada penelitian ini adanya pengembangan model pemrograman matematika dan mengusulkan *simulated annealing heuristic with restart strategy* (SARS), hasil komputasi menunjukkan bahwa SARS yang diusulkan secara efektif menyelesaikan PCPTW [24].

Pemrograman dinamis, atau *dynamic programming*, adalah metode pemecahan masalah dengan membagi solusi menjadi serangkaian fase, di mana solusi untuk suatu masalah dapat dilihat dari serangkaian keputusan yang saling terkait [25]. Program dinamis berasal dari kecenderungan metode ini untuk menganalisis dan mendokumentasikan hasil perhitungan untuk setiap fase dalam beberapa tabel untuk membuat perhitungan untuk seluruh solusi lebih mudah dilihat. Program dinamis digunakan untuk dapat menentukan rute paling pendek dalam proses pengiriman *pallet* kayu dari CV. Bintang Jaya ke PT. Yanmar Diesel Indonesia, dengan membagi rute-rute yang ada menjadi beberapa tahap hingga diperoleh graf rute yang paling pendek. Pemrograman dinamis memiliki beberapa metode, seperti pada penelitian [26] menggunakan pemrograman dinamis dengan metode *Held Karp* untuk menentukan rute optimal pada manajemen pengiriman produk.

Model program dinamis yang dikembangkan dari algoritma *Wagner-Whitin* dapat membantu permasalahan kendala kapasitas gudang dimana pada penelitian tersebut dilakukan perbandingan hasil percobaan numerik model pemrograman dinamis dengan metode *economic order quantity* (EOQ). Dengan hasil model pemrograman dinamis menunjukkan total biaya Persediaan lebih optimal dibandingkan dengan metode EOQ [27]. Permasalahan persediaan untuk mempertimbangkan batasan modal dalam penentuan lot pemesanan dapat diselesaikan dengan program dinamis model *forward*, pada penelitiannya hasil model *forward* dibandingkan dengan model EOQ dengan hasil yaitu solusi yang didapatkan dari model *forward* program dinamis lebih optimal dibandingkan solusi yang diperoleh dengan model EOQ [28]. Model *forward* program dinamis juga dapat digunakan untuk mendapatkan solusi dari optimasi jam kerja produksi, dengan

memperhitungkan jam kerja optimal dan tingkat produktivitas. Dengan menggunakan model *forward* terdapat peningkatan produksi sebesar 2% dari sebelumnya [29]. Pemrograman dinamis memiliki berbagai metode penyelesaian masalah, seperti penelitian metode *branch and bound* [30], mengenai analisa optimalisasi keuntungan penjualan bunga dengan hasil penelitian diperoleh keuntungan maksimal sebanyak Rp2.764.000,-.

Berdasarkan kelebihan program dinamis dalam mencari solusi optimal dari berbagai permasalahan dalam penelitian operasional, maka penelitian ini mengembangkan program dinamis untuk menentukan rute distribusi *pallet* dari CV. Bintang Jaya (Bogor) ke ke PT. Yanmar Diesel Indonesia (Depok). Program dinamis diselesaikan dengan program WinQSB. Penelitian ini berguna bagi perusahaan-perusahaan yang menentukan rute distribusi dalam kegiatan operasionalnya.

2. Material dan metode

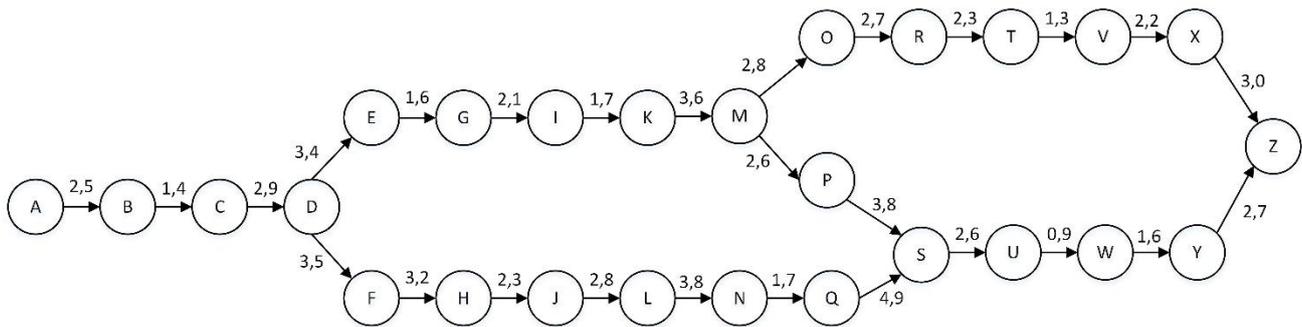
Permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini adalah mengenai penentuan rute perjalanan terpendek dalam pendistribusian *pallet* kayu. CV. Bintang Jaya (Bogor) memiliki kegiatan pendistribusian *pallet* kayu kepada mitra usahanya yaitu PT. Yanmar Diesel Indonesia (Depok). Proses pendistribusian melewati berbagai rute perjalanan yang panjang yang memerlukan ongkos pengiriman dengan jumlah besar. Algoritma program dinamis digunakan untuk menentukan rute terpendek yang dapat dilalui dalam proses pendistribusian *pallet* kayu dari produsen ke konsumen, dengan menggunakan pendekatan *forward recursive equation* maka perhitungan rute hanya saat proses pengiriman tanpa melibatkan rute balik. Dengan demikian akan mendapatkan rute yang terpendek dengan biaya ongkos termurah.

Adapun asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) hanya 1 kendaraan yang dipakai dalam proses pendistribusian *pallet* kayu, (2) ongkos perjalanan diasumsikan dari perhitungan bahan bakar minyak yang digunakan sebesar Rp 50.000,00–Rp 75.000,00, (3) tidak ada permasalahan lalu lintas seperti kemacetan dan kecelakaan, dan (4) hanya memperhitungkan perjalanan 1 kali bukan perjalanan bolak-balik.

Pemrograman dinamis, atau *dynamic programming*, adalah metode pemecahan masalah dengan membagi solusi menjadi serangkaian fase, di mana solusi untuk suatu masalah dapat dilihat dari serangkaian keputusan yang saling terkait. Program dinamis berasal dari kecenderungan metode ini untuk menganalisis dan mendokumentasikan hasil perhitungan untuk setiap fase dalam beberapa tabel untuk membuat perhitungan untuk seluruh solusi lebih mudah dilihat.

Program dinamis bergerak maju (*forward* atau *up-down*). Program dinamis yang dimulai dari level 1, 2, dan berlanjut sampai level n . Urutan variabel keputusan adalah x_1, x_2, \dots, x_n . Inti dari optimasi program dinamis lanjutan adalah biaya level $k + 1 = (\text{biaya yang diterima di level } k) + (\text{biaya dari level } k \text{ ke level } k + 1)$, di mana $k = 1, 2, \dots, n - 1$.

Langkah pengembangan algoritma program dinamis adalah sebagai berikut. Pertama, mencirikan struktur solusi optimal. Kedua, secara rekursif mendefinisikan nilai solusi optimal. Ketiga, menghitung nilai solusi optimal maju atau mundur. Terakhir, konstruksi solusi optimal. Prinsip pemrograman dinamis berdasarkan grafik multi-level. Setiap simpul pada gambar mewakili status, dan V_1, V_2, \dots, V_n mewakili level. Masalah grafik *multi-level* pemrograman dinamis mengetahui bahwa: pertama, level (k) adalah proses pemilihan *node* target berikutnya. Kedua, keadaan yang terkait dengan setiap tahap adalah titik sudut gambar.



Gambar 1. Graf rute perjalanan dari CV. Bintang Jaya menuju PT. Yanmar Diesel Indonesia

Tabel 1
Titik lokasi

Titik lokasi	Nama lokasi
A	CV. Bintang Jaya
B	Sukamaju
C	Cipeucang
D	Gandoang
E	Setu Sari
F	Mekarsari
G	Bojong
H	Cileungsi Kidul
I	Cikahuripan
J	Cileungsi
K	Kembang Kuning
L	Nagrak
M	Klajung Udik
N	Jatisampurna
O	Cikeas Udik
P	Bojong Nangka
Q	Harjamukti
R	Leuwinanggung
S	Jl. Gas Alam
T	Jl. Raya Tapos 40-46
U	Curug
V	Sukatani
W	Jl. Bogor Raya
X	Sukamaju Baru
Y	PT. Yanmar Diesel Indonesia
Z	CV. Bintang Jaya

Rumus perulangan berikut mewakili jalur terpendek dari keadaan s ke x_n pada tahap k adalah

$$f_1(s) = c_{x_1s} \tag{1}$$

untuk dasar, dan

$$f_k(s) = \min\{c_{x_k s} + f_{k-1}(x_k)\}, x_k \tag{2}$$

untuk rekurensi, di mana x_k adalah koefisien determinasi pada langkah k , $c_{x_k s}$ adalah bobot sisi dari s ke x_k , $f_k(s, x_k)$ adalah total bobot jalur dari s ke x_k , dan $f_k(s)$ adalah nilai minimum $f_k(s, x_k)$.

Pengolahan data menggunakan *software* dilakukan untuk mengetahui perbandingan dalam penyelesaian masalah dengan menggunakan metode Program Dinamis, penulis melakukan pengolahan data dengan aplikasi WinQSB.

3. Hasil dan pembahasan

4.1. Pengolahan data menggunakan program dinamis secara manual

Pembahasan pada penelitian ini, penulis hanya menggunakan 1 model program dinamis saja yaitu program dinamis maju (*forward* atau *up-down*). Program dinamis yang

bergerak mulai pada tahap 1, lalu maju ke tahap 2, 3 dan seterusnya hingga tahap n . Urutan peubah keputusan adalah x_1, x_2, \dots, x_n . Hakikat optimalisasi pada program dinamis maju adalah biaya tahap $k + 1 = (\text{biaya yang didapatkan pada tahap } k) + (\text{biaya dari tahap } k \text{ ke tahap } k + 1)$, dimana $k = 1, 2, \dots, n - 1$. Untuk mempermudah pemahaman dalam rute pendistribusian produk *pallet* dari CV. Bintang Jaya menuju PT. Yanmar Diesel Indonesia, maka dibuat graf dari rute distribusi yang ditampilkan pada Gambar 1. Nama lokasi dari setiap titik pada Gambar 1 disajikan pada Tabel 1.

Melalui pendekatan *forward recursive equation* yang akan digunakan diperoleh beberapa iterasi yang dimulai dengan *stage* (tahap) 1 hingga *stage* (tahap) 14. Untuk mempermudah perhitungan dibuatkan model matematis sebagai berikut:

$$Z = \min \sum_{i=1}^n x_i \tag{3}$$

dengan Z adalah total jarak dan x_i adalah rute i . Setelah itu, proses selanjutnya dilakukan perhitungan dengan metode program dinamis dengan pendekatan *forward recursive equation* yang akan dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 2
Iterasi tahap 1

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
A	B	B	2,5

Tabel 3
Iterasi tahap 2

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
B	C	C	3,9

Tabel 4
Iterasi tahap 3

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
C	D	C	6,8

Tabel 5
Iterasi tahap 4

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
D	E	E	10,2
D	F	-	10,3

Tabel 6
Iterasi tahap 5

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
E	G	G	11,8
F	H	H	13,5

Tabel 7
Iterasi tahap 6

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
G	I	I	13,9
H	J	J	15,8

Tabel 8
Iterasi tahap 7

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
I	K	K	15,6
J	L	L	18,6

Tabel 9
Iterasi tahap 8

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
K	M	M	19,2
L	N	N	22,4

Tabel 10
Iterasi tahap 9

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
M	O	O	21,8
N	P	P	24,1

Tabel 11
Iterasi tahap 10

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
O	R	R	24,7
P	S	S	25,6

Tabel 12
Iterasi tahap 11

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
R	T	T	27
S	U	U	28,2

Tabel 13
Iterasi tahap 12

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
T	V	V	28,3
U	W	W	29,1

Tabel 14
Iterasi tahap 13

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
V	X	X	30,5
W	Y	Y	30,7

Tabel 13
Iterasi tahap 14

Asal	Tujuan	Keputusan optimum	Jarak terpendek ke tujuan (km)
X	Z	-	33,5
Y	Z	Z	33,4

Pada tahap 1 (X_1), mempunyai 1 pilihan yaitu B, *node* yang mungkin di tahap 1 adalah A. Pada tahap 2 (X_2), mempunyai 1 pilihan yaitu C, *node* yang mungkin di tahap 2 adalah B. Pada tahap 3 (X_3), mempunyai 1 pilihan yaitu D, *node* yang mungkin di tahap 3 adalah C. Pada tahap 4 (X_4), mempunyai 2 pilihan yaitu E dan F, *node* yang mungkin di tahap 4 adalah D. Pada tahap 5 (X_5), mempunyai 2 pilihan yaitu G dan H, *node* yang mungkin di tahap 5 adalah E dan F. Pada tahap 6 (X_6), mempunyai 2 pilihan yaitu I dan J, *node* yang mungkin di tahap 6 adalah G dan H. Pada tahap 7 (X_7), mempunyai 2 pilihan yaitu K dan L, *node* yang mungkin di tahap 7 adalah I dan J. Pada tahap 8 (X_8), mempunyai 2 pilihan yaitu M dan N, *node* yang mungkin di tahap 8 adalah K dan L. Pada tahap 9 (X_9), mempunyai 3 pilihan yaitu O, P dan Q, *node* yang mungkin di tahap 9 adalah M dan N. Pada tahap 10 (X_{10}), mempunyai 2 pilihan yaitu R dan S, *node* yang mungkin di tahap 10 adalah O dan P. Pada tahap 11 (X_{11}), mempunyai 2 pilihan yaitu T dan U, *node* yang mungkin di tahap 11 adalah R dan S. Pada tahap 12 (X_{12}), mempunyai 2 pilihan yaitu V dan W, *node* yang mungkin di tahap 12 adalah T dan U. Pada tahap 13 (X_{13}), mempunyai 2 pilihan yaitu X dan Y, *node* yang mungkin di tahap 13 adalah V dan W. Pada tahap 14 (X_{14}), mempunyai 2 pilihan yaitu Z, *node* yang mungkin di tahap 14 adalah X dan Y.

Setelah dilakukan proses perhitungan untuk menyelesaikan penentuan rute terpendek pendistribusian produk *pallet* dari CV. Bintang Jaya menuju PT. Yanmar Diesel Indonesia, maka diperoleh hasil yaitu rute terpendek sebesar 33,4 km. Didapat rute terpedek dari perhitungan menggunakan metode algoritma program dinamis dengan pendekatan *forward recursive equation* yaitu CV. Bintang Jaya–Sukamaju–Sukamanah–Cipeucang–Gandoang–Mekarsari–Cileungsi Kidul–Cileungsi–Nagrak–Cikeas Udik–Leuwinanggung–Jl. Raya Tapos 40-46–Sukatani–Sukamaju Baru–PT. Yanmar Diesel Indonesia.

4.2. Pengolahan data menggunakan software WinQSB

Pengolahan data menggunakan *software* dilakukan untuk mengetahui perbandingan dalam penyelesaian masalah dengan menggunakan metode program dinamis. Didapatkan hasil yang sesuai dengan pengolahan data manual menggunakan algoritma program dinamis, sehingga dapat disimpulkan hasil telah mendapatkan rute terpendek.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membahas mengenai penentuan rute terpendek pendistribusian *pallet* kayu dari CV. Bintang Jaya (Bogor) menuju ke PT. Yanmar Diesel Indonesia (Depok) untuk mendapatkan rute terpendek dan minimasi ongkos pengiriman. Hasil penelitian ini menggunakan algoritma program dinamis dengan menghasilkan rute terpendek CV. Bintang Jaya –

Sukamaju – Sukamanah – Cipeucang – Gandoang – Mekarsari – Cileungsi Kidul – Cileungsi – Nagrak – Cikeas Udik – Leuwinanggung – Jl. Raya Tapos 40-46 – Sukatani – Sukamaju Baru – PT. Yanmar Diesel Indonesia. Penelitian lanjutan adalah penentuan rute terpendek dengan menggunakan perbandingan metode lainnya, seperti metode *shortest path* untuk membandingkan hasil dari perhitungan 2 metode sehingga dapat mempertimbangkan rute terpendek yang diperoleh.

References

- [1] E. A. Syaputra and I. D. Djati, "Pengaruh jenis kayu dan sistem sambungan terhadap desain mebel kayu," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 39, no. 2, pp. 106–114, Jul. 2021, doi: [10.20886/jphh.2021.39.2.106-114](https://doi.org/10.20886/jphh.2021.39.2.106-114).
- [2] R. D. Prasetya, "Potensi limbah kayu industri mebel untuk produk home accessories," *Productum: Jurnal Desain Produk (Pengetahuan dan Perancangan Produk)*, vol. 1, no. 1, pp. 39–51, 2015, doi: [10.24821/productum.v1i1.1652](https://doi.org/10.24821/productum.v1i1.1652).
- [3] S. Herda and A. Setyawan, "Manajemen rantai pasok kayu gaharu di Kalimantan Barat," *Jurnal Manajemen Daya Saing*, vol. 18, no. 2, pp. 92–101, Jul. 2017, doi: [10.23917/dayasaing.v18i2.4506](https://doi.org/10.23917/dayasaing.v18i2.4506).
- [4] N. Lahrichi, T. Gabriel Crainic, M. Gendreau, W. Rei, and L.-M. Rousseau, "Strategic analysis of the dairy transportation problem," *Journal of the Operational Research Society*, vol. 66, no. 1, pp. 44–56, Jan. 2015, doi: [10.1057/jors.2013.147](https://doi.org/10.1057/jors.2013.147).
- [5] C. W. Oktavia, C. Natalia, I. Adigunawan, "Penentuan jalur rute distribusi produk fast moving consumer goods (FMCG) dengan menggunakan metode nearest neighbour (Studi kasus: PT.XYZ)," *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 101–110, 2019, doi: [10.36722/sst.v5i2.357](https://doi.org/10.36722/sst.v5i2.357).
- [6] F. Zhao, D. Wu, L. Liang, and A. Dolgui, "Lateral inventory transshipment problem in online-to-offline supply chain," *International Journal of Production Research*, vol. 54, no. 7, pp. 1951–1963, 2016, doi: [10.1080/00207543.2015.1070971](https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1070971).
- [7] A. Khurana, "Variants of transshipment problem," *European Transport Research Review*, vol. 7, no. 2, pp. 1–19, Jun. 2015, doi: [10.1007/s12544-015-0154-8](https://doi.org/10.1007/s12544-015-0154-8).
- [8] T. G. Crainic, R. Giusti, D. Manerba, and R. Tadei, "The synchronized location-transshipment problem," *Transportation Research Procedia*, vol. 52, pp. 43–50, Jan. 2021, doi: [10.1016/j.trpro.2021.01.007](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.007).
- [9] S. Naderi, K. Kilic, and A. Dasci, "A deterministic model for the transshipment problem of a fast fashion retailer under capacity constraints," *International Journal of Production Economics*, vol. 227, p. 107687, Sep. 2020, doi: [10.1016/j.ijpe.2020.107687](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107687).
- [10] A. Kumar, R. Chopra, and R. R. Saxena, "An efficient algorithm to solve transshipment problem in uncertain environment," *International Journal of Fuzzy Systems*, vol. 22, no. 8, pp. 2613–2624, Nov. 2020, doi: [10.1007/s40815-020-00923-9](https://doi.org/10.1007/s40815-020-00923-9).
- [11] K. Aragane, T. Fukuba, and T. Shiina, "Multi-period stochastic lateral transshipment problem for rental products," *Asian Journal of Management Science and Applications*, vol. 6, no. 1, pp. 32–48, Jan. 2021, doi: [10.1504/AJMSA.2021.118393](https://doi.org/10.1504/AJMSA.2021.118393).
- [12] S. Martono and H. L. H. S. Warnars, "Penentuan rute pengiriman barang dengan metode nearest neighbor," *PETIR*, vol. 13, no. 1, pp. 44–57, Mar. 2020, doi: [10.33322/petir.v13i1.869](https://doi.org/10.33322/petir.v13i1.869).
- [13] M. Sianipar, D. Fu'ani, W. Sutopo, and M. Hisjam, "Penentuan rute kendaraan menggunakan metode clark and wright saving heuristic (Studi kasus : PT. Sinar Sosro)," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 16, no. 2, Dec. 2017, doi: [10.20961/performa.16.2.16990](https://doi.org/10.20961/performa.16.2.16990).
- [14] D. Meilani and A. Iswara, "Aplikasi penentuan rute distribusi LPG 3 kg," *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 17, no. 2, pp. 208–219, Oct. 2018, doi: [10.25077/josi.v17.n2.p208-219.2018](https://doi.org/10.25077/josi.v17.n2.p208-219.2018).
- [15] A. Momon and D. W. Ardiatma, "Penentuan rute distribusi suku cadang kendaraan bermotor dalam meminimalkan biaya transportasi (Studi kasus: PT. Inti Polymetal Karawang)," *Jiems (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, vol. 11, no. 1, Aug. 2018, doi: [10.30813/jiems.v11i1.1012](https://doi.org/10.30813/jiems.v11i1.1012).
- [16] K. Braekers, K. Ramaekers, and I. Van Nieuwenhuysse, "The vehicle routing problem: State of the art classification and review," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 99, pp. 300–313, Sep. 2016, doi: [10.1016/j.cie.2015.12.007](https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.007).
- [17] J. R. Montoya-Torres, J. López Franco, S. Nieto Isaza, H. Felizzola Jiménez, and N. Herazo-Padilla, "A literature review on the vehicle routing problem with multiple depots," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 79, pp. 115–129, Jan. 2015, doi: [10.1016/j.cie.2014.10.029](https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.10.029).
- [18] G. Kim, Y.-S. Ong, C. K. Heng, P. S. Tan, and N. A. Zhang, "City vehicle routing problem (City VRP): A Review," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 16, no. 4, pp. 1654–1666, Aug. 2015, doi: [10.1109/TITS.2015.2395536](https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2395536).
- [19] H. Koswara, H. Adiarto, and A. Nugraha, "Penentuan rute distribusi produk kaos pada dobjack inv. menggunakan metode nearest neighbour dan (1-0) insertion intra route," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, vol. 4, no. 02, pp. 192–198, Dec. 2017, doi: [10.25124/jrsi.v4i02.286](https://doi.org/10.25124/jrsi.v4i02.286).
- [20] M. R. Borman and M. Oktavia, "One vehicle routing problem as the best solution for a hangout catering company expansion plan with Lingo software," *Faktor Exacta*, vol. 13, no. 4, pp. 216–231, Feb. 2021, doi: [10.30998/faktorexacta.v13i4.7540](https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v13i4.7540).
- [21] W. Winarno and A. A. N. P. Redi, "Analisa perbandingan metode simulated annealing dan large neighborhood search untuk memecahkan masalah lokasi dan rute kendaraan dua eselon," *Jurnal Manajemen Industri dan Logistik*, vol. 4, no. 1, pp. 35–46, 2020, doi: [10.30988/jmil.v4i1.311](https://doi.org/10.30988/jmil.v4i1.311).
- [22] S. Hong and Y. Kim, "A route-selecting order batching model with the S-shape routes in a parallel-aisle order picking system," *European Journal of Operational Research*, vol. 257, no. 1, pp. 185–196, Feb. 2017, doi: [10.1016/j.ejor.2016.07.017](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.07.017).
- [23] A. D. Nugraha, Winarno, and A. F. Hadining, "A Mathematical model for solving distribution system problem by considering odd-even vehicle license plate rule," *J. Tek. Ind.*, vol. 23, no. 1, pp. 55–64, 2021.
- [24] V. F. Yu, Winarno, A. Maulidin, A. A. N. Perwira Redi, S. W. Lin, and C. L. Yang, "Simulated annealing with restart strategy for the path cover problem with time windows," *Mathematics*, vol. 9, no. 14, pp. 1–22, 2021, doi: [10.3390/math9141625](https://doi.org/10.3390/math9141625).
- [25] B. Widyanoro, Arini, H. T. Sukmana, I. Muhamad Malik Matin, and D. Khairani, "The Effectiveness of forward-backward combination method in dynamic programming," in *2021 Sixth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 2021, pp. 1–5, doi: [10.1109/ICIC54025.2021.9632910](https://doi.org/10.1109/ICIC54025.2021.9632910).
- [26] I. Fawwaz and A. Winarta, "Penerapan algoritma dynamic programming pada pergerakan lawan dalam permainan police and thief," *Journal Of Informatics and Telecommunication Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 114–121, Jan. 2019, doi: [10.31289/jite.v2i2.2169](https://doi.org/10.31289/jite.v2i2.2169).
- [27] D. M. Utama, A. K. Garside, and H. Pamungkas, "Model program dinamis untuk lot size multi item dengan kendala kapasitas gudang," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 14, no. 1, p. 21, 2019, doi: [10.14710/jati.14.1.21-26](https://doi.org/10.14710/jati.14.1.21-26).
- [28] M. Anshar, S. Abadi, Y. Yuliana, and M. F. Azdima, "Optimisasi penjadwalan pembangkit listrik untuk sistem sulselbar dengan metode dynamic programming," *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, vol. 16, no. 2, pp. 197–204, 2019, doi: [10.31963/sinergi.v16i2.1515](https://doi.org/10.31963/sinergi.v16i2.1515).
- [29] A. Desrianty, H. Prasetyo, and L. Mahardini, "Model optimisasi lot produksi dengan pertimbangan biaya kualitas pada sistem produksi multistage," *Teknoin*, vol. 22, no. 9, 2016, doi: [10.20885/teknoin.vol22.iss9.art3](https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss9.art3).
- [30] A. Zuserain, W. Winarno, B. Nugraha, and A. Momon, "Analisa optimalisasi keuntungan dengan integer linear programming dan metode branch and bound pada toko bunga QuinnStory," *J. Ind. Serv.*, vol. 6, no. 2, p. 99, 2021, doi: [10.36055/62003](https://doi.org/10.36055/62003).