

PERENCANAAN PENGIRIMAN KOMPONEN PABRIK OTOMOTIF UNTUK MENINGKATKAN UTILITAS VOLUME TRUK DAN MENGURANGI BIAYA LOGISTIK

Nuri Fajariyannah – I Nyoman Pujawan

Teknik Industri, Fakultas teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: pujawan@ie.its.ac.id

Abstrak— Pengiriman komponen untuk pabrik otomotif yang dipasok oleh banyak pemasok sangat memerlukan efektifitas dan efisiensi tinggi untuk mendapatkan biaya logistik minimum dan utilitas yang tinggi. PT X merupakan salah satu pabrik otomotif di Indonesia yang dipasok lebih dari 50 pemasok lokal. Untuk mendapatkan biaya logistik yang minimum dan utilitas yang tinggi, PT X menggunakan sistem pengangkutan *milkrun*, namun pencapaian utilitas truk untuk salah satu pabrik belum mencapai target. Dengan kondisi ini maka perlu dilakukan perencanaan rute yang lebih efisien dan efektif. Dalam artikel ini akan dilakukan penyelesaian masalah untuk kasus PT X dengan penyelesaian *Vehicle Routing Problem (VRP)* menggunakan *Saving Method Heuristic*. Penyelesaian VRP dikembangkan empat skenario pengiriman dari sistem pengklateraan yang berbeda. Dalam membentuk klaster digunakan dua metode yaitu klasifikasi *K-Nearest Neighbor (KNN)* dan klaster hirarki *Divisive*. Pemilihan skenario terbaik didasarkan pada nilai utilitas truk dan biaya pengirimannya. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa skenario pengiriman terbaik adalah skenario 2 yaitu rute dari kelompok perbaikan metode KNN.

Kata Kunci—klaster, KNN, *milkrun*, *nearest neighbor*, *saving*, VRP

I. PENDAHULUAN

PT X merupakan salah satu pabrik otomotif di Indonesia yang komponennya dipasok oleh lebih dari 50 pemasok lokal. Dalam proses pengiriman komponen tersebut, PT X menggunakan sistem pengangkutan *milkrun* dimana dalam satu rute terdiri banyak pemasok yang dikunjungi. Efektifitas dan efisiensi sistem pengiriman komponen PT X ini diukur dari utilitas truk dan biaya pengiriman yang dikeluarkan. Pencapaian utilitas truk untuk pengiriman salah satu pabrik belum mencapai target 90%, sehingga perlu adanya perbaikan rute pengiriman agar utilitas truk meningkat dengan biaya yang lebih kecil.

Banyaknya pemasok yang memasok pabrik PT X menyebabkan penyelesaian VRP menjadi lebih lama dan susah, oleh karena itu sebelum dilakukan proses penentuan rute maka dilakukan pengelompokan/pengklasteran pemasok. Setelah terbentuk klaster pemasok maka dilakukan penentuan rute atau penyelesaian VRP itu sendiri. Proses ini dilakukan pada masing-masing klaster pemasok. Proses ini tidak hanya dilakukan

dengan satu perencanaan tapi dilakukan dengan empat skenario rencana pengiriman.

Penyelesaian VRP ini tentunya tidak jauh berbeda dengan VRP pada umumnya yang memiliki batas-batas yang tidak boleh dilanggar. Batas-batas yang digunakan dalam kasus ini antara lain total konsumsi waktu satu kali perjalanan suatu truk tidak lebih dari 15 jam/900 menit, jumlah titik pemberhentian tidak lebih dari 10 titik pemberhentian dan kapasitas truk sebesar 29 m³. Asumsi yang digunakan dalam penyelesaian masalah ini antara lain batas maksimum utilitas truk 95% dan truk diasumsikan berangkat dari pabrik ketika proses penentuan rute dengan metode penghematan.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap mengumpulkan data-data yang digunakan dalam proses penyelesaian. Data yang digunakan adalah data permintaan harian komponen untuk satu periode dalam m³, data jarak dan waktu tempuh antar pemasok, jumlah pemasok dan dok penerima barang di pabrik, waktu *loading/unloading* serta waktu perjalanan antar dok.

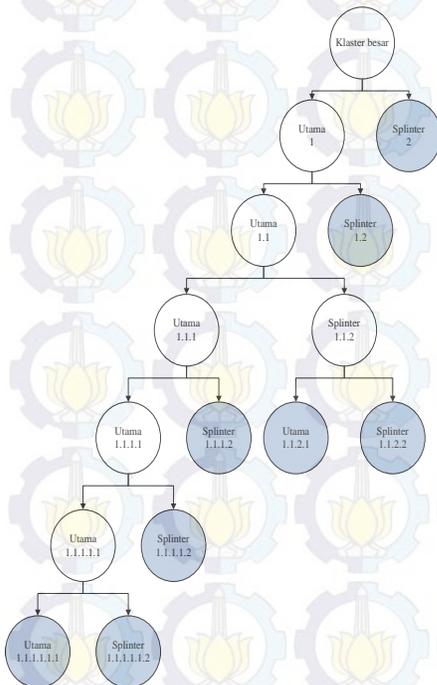
Jumlah pemasok yang digunakan sebanyak 76 pemasok namun satu pemasok yaitu SGT-TTEC area cibitung dipecah menjadi tiga sehingga terdapat 78 pemasok. Dok penerima barang di pabrik terdapat delapan dok. Waktu *loading/unloading* menggunakan waktu rata-rata yaitu 40 menit di setiap titik pemberhentian (pemasok atau dok) dan waktu perjalanan antar dok diambil waktu rata-rata yaitu 5 menit perjalanan.

B. Tahap Pengelompokan Pemasok (Klaster)

Tahap pengelompokan pemasok adalah tahap membagi pemasok kedalam kelompok-kelompok. Pada proses ini dilakukan dua jenis pengelompokan dengan dua metode yang berbeda. Pengelompokan pertama adalah menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* dimana digunakan data *supervise* yaitu pengelompokan yang sudah ada di PT X yaitu terdapat 9 klaster pemasok. Dalam metode ini terdapat dua data yaitu data uji dan data *training* (Santosa, 2007). Klaster pemasok yang sudah ada di PT X ini dikelompokkan berdasarkan area dari pemasok, oleh karena itu dengan KNN maka akan diuji beberapa pemasok baru dengan mempertimbangkan jaraknya. Data uji/pemasok yang diuji sebanyak 23 dan data *latih/training* yang digunakan sebanyak 57. 23 pemasok tersebut akan diuji kedekatannya terhadap 57 pemasok. Dalam metode

ini digunakan K atau jumlah tetangga terdekat dan dalam penyelesaian masalah ini digunakan K=5. Sehingga 23 pemasok uji dilihat kedekatannya terhadap 5 tetangga terdekatnya. Kelompok yang memiliki paling banyak pemasok terdekat, maka kelompok tersebut menjadi kelompok data uji. Proses ini dilakukan dengan bantuan *software* MatLab.

Pengelompokan kedua adalah pengelompokan baru dengan menggunakan teknik kluster hirarki *Divisive*. Dalam teknik ini, pada mulanya semua pemasok terdapat dalam satu kluster besar. Kluster besar tersebut kemudian dipecah menjadi 2 grup yaitu grup utama dan grup *splinter*. Pemisahan ini didasarkan pada jarak rata-rata antar pemasoknya. Anggota grup *splinter* yang pertama adalah pemasok yang memiliki jarak rata-rata paling tinggi. Selanjutnya pemasok grup utama diukur jarak rata-ratanya terhadap pemasok grup *splinter* dan terhadap pemasok grup utama. Pemasok yang memiliki jarak rata-rata lebih dekat terhadap grup *splinter* maka dikeluarkan dari grup utama dan masuk ke grup *splinter*. Langkah ini diulang sampai kondisi kedua grup stabil artinya tidak ada pemasok grup utama yang lebih dekat dengan grup *splinter* dibandingkan grup utama.



Gambar 1 Diagram Pembentukan Kluster Baru

Pada gambar 1 diatas terlihat hirarki pembentukan kluster baru. Pemilihan kelompok yang akan dipisah didasarkan pada kelompok yang variasi areanya lebih tinggi dan jarak rata-ratanya lebih besar. Pada teknik ini dibentuk 8 kluster pemasok.

C. Tahap Penentuan Rute

Tahap pembentukan rute adalah tahap penyelesaian VRP. Tahap ini dilakukan pada masing-masing kluster. Pada tahap ini dikembangkan empat skenario perencanaan rute. Skenario 1 adalah perencanaan rute dari kelompok lama PT X, skenario 2 adalah perencanaan rute dari kluster perbaikan metode KNN, skenario 3 adalah perencanaan rute dari kluster baru teknik

kluster hirarki *Divisive*, dan skenario 4 adalah perbaikan rute pengiriman yang sudah ada di PT X.

Proses penyelesaian VRP ini dilakukan dengan metode heuristik yaitu *Saving Method* dimana dalam metode ini penggabungan pemasok didasarkan pada penghematan terbesar yang didapatkan (Ballou, 2004). Beberapa langkah penyelesaian digunakan Macro Ms.Excel. Berikut ini adalah rancangan proses penyelesaiannya.

Fungsi tujuan : meminimasi jarak tempuh

Batasan :

- a. Jumlah titik pemberhentian kurang dari sama dengan 10
- b. Total waktu kurang dari sama dengan dua kali *shift* kerja yaitu 15 jam (900 menit)

Setelah dilakukan langkah menggunakan metode penghematan maka didapatkan rute dasar dan dihitung utilitas truk masing-masing rutenya. Rute dasar tersebut kemudian dimodifikasi dengan menggunakan langkah tambahan yaitu dengan menggabungkan rute, memisahkan permintaan pemasok, menukar posisi pemasok, dan menambahkan penumpang lintas (pemasok yang dekat dengan pabrik). Berikut ini merupakan perhitungan utilitas truk masing-masing rute.

$$utilitas\ truk\ rute = \frac{volume\ rute / jumlah\ pengiriman}{kapasitas\ truk} \tag{1}$$

Proses modifikasi hanya dilakukan pada rute dasar yang utilitas truk belum 90% dan belum mencapai batas waktu tempuh dan jumlah titik pemberhentian.

D. Tahap Evaluasi dan Komparasi

Tahap evaluasi dan komparasi adalah tahap penilaian dan membandingkan performansi keempat skenario rencana pengiriman yang dihasilkan. Penilaian dan perbandingan skenario menggunakan dua aspek yaitu utilitas truk akhir masing-masing skenario dan biaya pengiriman yang dihasilkan. Utilitas truk akhir masing-masing skenario dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Utilitas\ Truk\ akhir = \frac{\sum_i^n (UTR_i \times NP_i)}{\sum_i^n NP_i} \tag{2}$$

UTR = Utilitas truk rute

NP = Jumlah *pick up*/pengiriman

Perhitungan biaya pengiriman dilakukan dengan 2 metode yaitu dengan pendekatan biaya/km dan pendekatan biaya/trip. Kedua pendekatan tersebut menggunakan data pembiayaan biaya/trip dari PT X. Berikut ini adalah proses untuk mendapatkan biaya/km.

Tabel 1 Perhitungan Biaya/Km

RUTE	JARAK TEMPUH (km)	BIAYA PENGIRIMAN (Rp)	BIAYA/ JARAK
RE20	109.1	978,700.00	8,971
RE21	84	998,500.00	11,887
RE23	55.2	643,400.00	11,656
Rata-rata			10,838

Rute yang digunakan dalam perhitungan pada Tabel 1 diatas adalah rute yang stabil komposisi pemasoknya dan tiga rute tersebut memiliki 3PL yang berbeda. Dari hasil perhitungan

didapatkan biaya/km sebesar Rp 10,838. Biaya ini nantinya digunakan untuk menghitung biaya masing-masing skenario. Perhitungan biaya dengan pendekatan kedua adalah dengan biaya/trip, sehingga nantinya rute yang terbentuk disesuaikan dengan rute yang ada di PT X dan rute yang hampir mirip maka digunakan untuk acuan biaya/trip rute tersebut.

III. HASIL

Proses pembentukan klaster dengan dua metode berbeda menghasilkan komposisi klaster yang cukup berbeda. Kedua klaster tersebut kemudian digunakan untuk membentuk rute pengiriman. dalam proses pembentukan rute pengiriman dilakukan dengan empat skenario dimana skenario 1 adalah pembentukan rute dengan menggunakan klaster lama PT X, skenario 2 pembentukan rute dengan menggunakan klaster perbaikan metode KNN, skenario 3 pembentukan rute dengan menggunakan klaster baru metode klaster hirarki *Divisive*, dan skenario 4 adalah rute dari perbaikan langsung rute pengiriman yang sudah ada. Keempat skenario tersebut melalui langkah yang sama yaitu pembentukan rute dengan algoritma *Saving method* dan *Nearest Neighbor* dan Algoritma tambahan kecuali skenario 4 yang hanya menggunakan algoritma tambahan karena sudah terbentuk rute sebelumnya

Hasil perencanaan rute dari empat skenario tersebut dihitung utilitas truk ahir nya dengan persamaan (2) kemudian biayanya juga dihitung dengan dua pendekatan yang telah dijelaskan. Berikut ini adalah hasil perhitungan utilitas truk dan biaya pengiriman masing-masing skenario.

Tabel 2 utilitas truk ahir skenario pengiriman

	Utilitas Truk	Jumlah Pengiriman
Skenario 1	87	90%
Skenario 2	87	90%
Skenario 3	87	90%
Skenario 4	88	88%

Dari hasil perhitungan utilitas truk pada masing-masing skenario dihasilkan yaitu skenario 1, 2, dan 3 memiliki pencapaian yang sama yaitu sudah mencapai target 90% dengan 87 kali pengiriman, sedangkan skenario 4 88% dengan 88 kali pengiriman. untuk dapat memilih skenario terbaik maka dipertimbangkan biaya pengiriman masing-masing skenario. Berikut ini merupakan hasil perhitungan biayanya.

Tabel 3 biaya pengiriman (pendekatan biaya/km)

	Biaya (Rp)	Penghematan (Rp)	Penghematan (%)
Rute Lama	62,957,942	-	0.0%
Skenario 1	50,671,005	12,286,937	19.5%
Skenario 2	48,759,219	14,198,723	22.6%
Skenario 3	49,420,324	13,537,618	21.5%
Skenario 4	57,560,588	5,397,354	8.6%

Pada tabel diatas terlihat bahwa penghematan terbesar adalah skenario 2 kemudian skenario 3, 1, 4 secara berurutan. Berikut ini hasil perhitngan biaya pengiriman dengan pendekatan biaya/trip.

Tabel 3 biaya pengiriman (pendekatan biaya/trip)

	Biaya	Penghematan	Penghematan (%)
Rute Lama	Rp 84,328,600	Rp -	0.0%
Skenario 1	Rp 79,265,800	Rp 5,062,800	6.0%
Skenario 2	Rp 78,287,700	Rp 6,040,900	7.2%
Skenario 3	Rp 81,495,700	Rp 2,832,900	3.4%
Skenario 4	Rp 82,983,100	Rp 1,345,500	1.6%

Hasil perhitungan biaya dengan pendekatan biaya/trip menghasilkan skenario sebagai penghematan terbesar kemudian skenario 1, 3, 4 secara berurutan. Meskipun urutan prioritas besarnya penghematan yang ditimbulkan berbeda, namun penghematan terbesar pada dua pendekatan tersebut dimiliki skenario pengiriman yang sama yaitu skenario 2 (rute dari klaster perbaikan).

Dengan melihat hasil perhitungan kedua aspek diatas maka dipilih rencana pengiriman yang memberikan utilitas truk paling tinggi dan penghematan paling tinggi yaitu skenario 2. Berikut ini adalah klaster perbaikan yang terbentuk.

Kelompok 1 = ASMO, ATL, DENSO AC, DSI CBT, GSEI, ICH, KYB, NHC, NTC, SEIWA, SGS, SII, TRI, SGT-TTEC, TBINA, JVC, dan CHI

Kelompok 2 = BANDO, GMU, IRC, AGP, IR3, ITG, dan ISE

Kelompok 3 = 3MI, MES, DWA, dan KFN

Kelompok 4 = AOP, AMA, GSS, IKP, TGS

Kelompok 5 = MTM, ING, STEP, DLY, TSMU, AHI, AII, NIC, SJI, ENK, SNH, AAA, PASI, DCCI, TRIA, MTAT, NIT, HOW, dan HLX

Kelompok 6 = KICI, KOITO, dan ASJ

Kelompok 7 = PT X S, INK, DSI SNTR

Kelompok 8 = AOYAMA, CMWI, GSB, JTEKT, SGI, AOP, TRID ADV, HER, TUFFINDO, dan SGT-KATI

Kelompok 9 = IR3-2, ANGI, ATI, KBI, SIWS, TAIHO, ADW, ITG-2, SHIROKI, TAKATA-IN, dan FUTABA

Dari pengklasteran pemasok seperti diatas terbentuk rute pengiriman seperti berikut ini.

Rute 1 = ATL-TRI-NTC-NHC-SGS-SGT RPT

Rute 2 = SII-ASMO-ICH-SGT 1-SEIWA-GSEI

Rute 3 = SGT TTEC-KYB

Rute 4 = TBINA-DENSO AC-DSI CBT-JVC-CHI

Rute 5 = ISE-AGP-GMU-IRC-BANDO-TAIHO

Rute 6 = IR3-ITG-IR3 2-ADK

Rute 7 = MES-DWA-3MI

Rute 8 = GSS-AOP-AMA-TGS-IKP

Rute 9 = TSMU-DLY-NIC-AHI-SJI-AAA

Rute 10 = TRIA-PASI-NIT-SHIROKI

Rute 11 = STEP-ING-MTM-DCCI-MTAT-TAKATA IN

Rute 12 = AII-HOW-HLX-ENK-SNH

Rute 13 = KICI-KOITO-ASJ

Rute 14 = PT X S-DSI SNTR-INK-ITG 2-IR3 2

Rute 15 = HER-TUFFINDO-JTEKT-SGI-GSB-AOYAMA

Rute 16 = SGT KATI-CMWI-SGI-TRID-ADV-AOYAMA

Rute 17 = ATI-KBI-SIWS

IV. DISKUSI

Klaster yang dihasilkan oleh dua metode yaitu KNN dan klaster Divisive memiliki perbedaan yang besar karena prinsip dan input data yang digunakan oleh dua metode tersebut. Sedangkan klaster perbaikan KNN dengan klaster lama memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan hal ini karena data *supervised* yang digunakan KNN adalah data klaster lama. Klaster perbaikan yang terbentuk tidak hanya mempertimbangkan area pemasok tapi juga jarak dari pemasok. Meskipun demikian klaster lama memiliki kelebihan karena disusun oleh praktisi yang telah lama berpengalaman. Semua klaster yang terbentuk mempunyai pertimbangan yang sama yaitu jarak, sehingga jika dilihat secara implementasi di jalan raya akan memiliki banyak ketidakpastian terutama dari sisi waktu.

Secara keseluruhan pencapaian utilitas truk dan biaya pengiriman empat skenario lebih baik jika dibandingkan rute lama. Perbedaan terjadi antar skenario yaitu dari sisi komposisi pemasok dalam rute yang menyebabkan perbedaan penghematan biayanya. Utilitas truk skenario 1, 2 dan 3 hampir sama karena konstrain dan asumsi yang digunakan sama. Sehingga jika utilitas maksimal sudah dicapai maka perubahan anggota rute dirubah maka perubahan hanya terjadi pada masing-masing rute namun secara keseluruhan pencapaiannya akan sama. Utilitas truk ini dipengaruhi volume pemasok dalam rute sedangkan biaya tidak hanya pemasok dalam rute tapi juga urutan kunjungan truk.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Pengelompokan yang memberikan rute pengiriman yang efektif dan efisien adalah pengelompokan perbaikan dengan menggunakan klasifikasi KNN. Rute pengiriman yang memberikan utilitas truk dan biaya pengiriman lebih baik adalah skenario 2. Utilitas truk dipengaruhi pemasok dan volume dalam satu rute sedangkan biaya pengiriman tidak hanya dipengaruhi jumlah pemasok tapi juga urutan kunjungan truknya.

LAMPIRAN

Lampiran yang digunakan adalah lampiran yang sama dengan laporan penyelesaian masalah, diantaranya
 Lampiran 1 jarak tempuh pemasok
 Lampiran 2 waktu tempuh pemasok
 Lampiran 3 jarak untuk klasifikasi KNN
 Lampiran 4 proses pengerjaan klaster baru
 Lampiran 5 perintah Macro untuk metode penghematan
 Lampiran 6 proses dan hasil pengerjaan rute kelompok lama
 Lampiran 7 proses dan hasil pengerjaan rute kelompok perbaikan
 Lampiran 8 proses dan hasil pengerjaan rute kelompok baru

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D, CSCP dan Pak Ferryyanto yang telah membimbing selama pengerjaan tugas akhir. Terima kasih Bapak Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D dan Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D yang telah memberikan saran dan koreksi da-

lam penulisan tugas akhir. Terima kasih kepada Pak Fajri, Pak Angga, dan Pak Nizar yang telah memberikan wawasan logistik dan membantu dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A, R. P. (n.d.). Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem. . Bandung, Jawa Barat, Indonesia: ITB.
- [2] Ballou, R. H. (2004). *Business Logistic/Supply Chain management 5th edition*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- [3] Daskin, M. S. (1995). *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Gyulai, D., Pfeiffer, A., Sobottka, T., & Vánca, J. (2013). Milkrun Vehicle Routing Approach for Shop-floor Logistics. *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013*, 127-132.
- [5] Jaekim Kim, L. B. (2012). Dissimilarity measures and divisive clustering for symbolic Multimodal-Valued Data. *Computational Statistics and Data Analysis*.
- [6] Pujawan, I. N., & ER, M. (2010). *Supply Chain Management edisi kedua*. Surabaya: Guna widya.
- [7] Rahadian, F. G. (2011). *Model Rute Transportasi Milkrun dari Pengadaan Komponen pada Pabrik Kendaraan Bermotor dan Analisa Kelayakan Investasi Pengadaan Armada Pengangkutan (Studi Kasus PT ISI)*. Depok: UI.
- [8] Saini, G. S. (2011). Milk Run Logistics: Literature Review and Directions. *Proceedings of the World Congress on Engineering* (pp. -). London: .
- [9] Santosa, B. (2007). *Data Mining : Teknik Pemanfaatan Data Untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Schonsleben, P. (2003). *Integral Logistic Management 2nd edition*. Florida: CRC Press LLC.
- [11] Sipper, D., & Robert L. Bulfin, J. (1997). *Production: Planning, Control, and Integration*. United State of America: The McGraw-Hill Companies.