

TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP) UNTUK SIMULASI RUTE TERPENDEK PETUGAS PLN DI UP3 MAGELANG

Andika Dwi Saputra¹ dan Mutaqin Akbar²

^{1),2)}Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta,
Jl. Jembatan Merah No.84C, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
Email: 191110182@student.mercubuana-yogya.ac.id, mutaqin@mercubuana-yogya.ac.id

Abstrak

Listrik padam menjadi suatu masalah bagi banyak orang. PLN sebagai satu-satunya penyedia jasa yang bertanggung jawab dalam keandalan sistem distribusi tenaga listrik, memainkan peran penting dalam kenyamanan dan keamanan pelanggan untuk usaha dan rumah tangga. Begitu juga petugas Yantek sebagai ujung tombak dalam proses penanganan gangguan ke masyarakat. Ketika laporan pelanggan mengalami listrik padam secara bersamaan, pada proses penanganannya, petugas Yantek sering kali mengalami kesulitan dalam menentukan pelanggan mana yang harus ditangani terlebih dahulu selain sifat urgency gangguan tersebut. Maka dibuatkan sistem Travelling Salesman Problem (TSP) petugas Yantek dapat lebih terbantu pada proses menentukan pelanggan mana yang harus ditangani terlebih dahulu. Disini penulis menggunakan algoritma CIH dalam menyelesaikan persoalan sistem TSP tersebut. Pada sistem tersebut, rute dapat berjalan sesuai dengan jalan yang tersedia secara aktual pada aplikasi Google Maps.

Kata Kunci : *Cheapest Insertion Heuristic, Pelayanan Teknik, Travelling Salesman Problem.*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan listrik selalu meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya populasi manusia dan kesejahteraan masyarakat. PLN sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dan satu-satunya industri bidang Tenaga Listrik yang ada di Indonesia saat ini, sangat berperan penting terhadap suplai tenaga listrik ke setiap pelanggan[1]. Permintaan energi listrik yang meningkat harus diimbangi juga dengan pelayanan dan infrastruktur yang memadai dalam menunjang keandalan dan tingkat pelayanan yang baik, agar suplai tenaga listrik sampai ke pelanggan. Keandalan sistem distribusi tenaga listrik memainkan peran penting dalam kenyamanan dan keamanan pelanggan untuk usaha dan rumah tangga. Indeks Keandalan adalah suatu metode untuk mengevaluasi parameter keandalan distribusi tenaga listrik dalam kaitannya dengan keandalan kualitas pelayanan kepada pelanggan[2].

PLN kerap memperoleh kendala dan komplain dari pelanggan dalam tindakannya yang tidak kilat sebab terhambat oleh minimnya distribusi data dalam menentukan rute perjalanan terpendek sesuai urgensi dan efisiensi waktu yang ditempuh. Untuk menanggulangi kasus tersebut, dibutuhkan sistem yang dapat membantu petugas Pelayanan Teknik (Yantek) dalam menentukan rute mana yang lebih cepat dan tepat. Pelayanan Teknik adalah pihak yang menangani gangguan distribusi secara langsung, dimana unit ini memiliki pengaruh yang besar terhadap kualitas pelayanan jaringan. Terdapatnya pengaduan akan gangguan pada saat ini mengindikasikan adanya waste pada proses pelayanan jaringan sehingga pada penelitian kali ini akan dilakukan suatu upaya perbaikan kualitas dari unit pelayanan teknik dari segi efisiensi

[3]. Dengan menggunakan sistem yang dibuat, nantinya bisa menolong memesatkan penyajian laporan yang akurat, tepat waktu, serta relevan. Salah satu parameter manajemen dalam menilai kinerja dibidang kelistrikan yaitu nilai System Average Interruption Duration Index (SAIDI) dan System Average Interruption frequency Index (SAIFI) dalam sistem jaringan distribusi. Nilai tersebut nantinya digunakan untuk menunjukkan besarnya kegagalan dan pemadaman listrik yang mengakibatkan pelanggan tidak mendapatkan aliran listrik. Dengan nilai yang dihasilkan dari indeks SAIDI dan SAIFI akan diketahui apakah sudah sesuai standar yang telah ditentukan oleh PT. PLN (Persero) kemudian untuk ditindaklanjuti[4]. Ada beberapa faktor yang harus diketahui dan dihitung sebelum melakukan perhitungan analisis keandalan sistem distribusi listrik antara lain: frekuensi kegagalan dan lama/durasi kegagalan, yang berasal dari kegagalan peralatan-peralatan jaringan distribusi atau kegagalan pada titik bebannya. Pada layanan di PT. PLN UP3 Magelang Standar IEEE nilai SAIDI 2,02 Jam/Pelanggan/Tahun, SAIFI 1.81 Kali/Pelanggan/Tahun.

Algoritma Cheapest Insertion Heuristics (CIH) adalah salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan rute terdekat. Algoritma ini menggunakan pendekatan heuristik untuk menyelesaikan masalah Travelling Salesman Problem (TSP) [5] yang didefinisikan sebagai masalah mencari rute terpendek yang mengunjungi semua titik yang diberikan dan kembali ke titik awal[6]–[8]. Algoritma Cheapest Insertion Heuristics (CIH) dirasa cocok dikarenakan dalam prakteknya petugas akan mendapatkan titik kunjungan baru secara terus menerus sesuai laporan gangguan yang terus bertambah[9]. Berdasarkan latar belakang yang berjudul “Travelling Salesman Problem Untuk Simulasi Rute Terpendek Petugas PLN di UP3 Magelang” tersebut, maka dibutuhkan sistem yang dapat membantu petugas dalam menentukan rute terpendek.

2. METODE / ALGORITMA

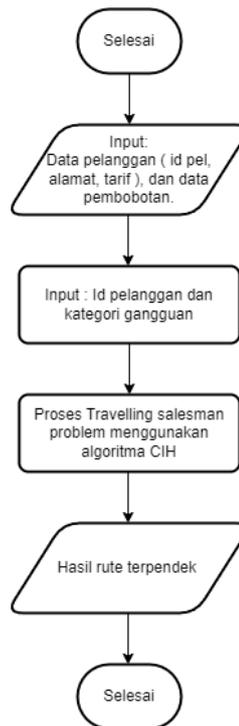
Tahapan-tahapan metodologi dalam penelitian ini terdiri dari identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, dan pengembangan sistem. Tahapan pertama yaitu identifikasi masalah dimana didalamnya terdapat proses mengidentifikasi dan menggambarkan masalah yang harus dipecahkan atau dilewati dalam suatu situasi atau konteks tertentu. Pada Penelitian ini berawal dari banyaknya laporan pelanggan mengenai gangguan pada sistem kelistrikan rumah tangga yang dimana setiap pelanggan ingin listrik dalam rumahnya cepat tertangani oleh petugas pln. Pada saat ini petugas masih kesusahan dalam menentukan rumah pelanggan mana yang harus di datangi terlebih dahulu, apakah yang melapor lebih dulu, berat kecilnya atau bersifat urgent atau tidaknya kerusakan tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan sistem pendukung yang nantinya bisa membantu petugas menentukan rute tercepat dan efektif dalam menangani listrik pelanggan yang mengalami masalah. Maka dari itu, penelitian ini menggunakan sistem *Travelling Salesman Program (TSP)* dalam mencari solusi atas permasalahan tersebut.

Tahapan selanjutnya yakni studi literatur, juga dikenal sebagai tinjauan literatur, adalah proses sistematis untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan menganalisis berbagai sumber literatur yang relevan dengan topik penelitian atau studi yang sedang dilakukan. Metode ini bertujuan untuk menambah wawasan terkait objek yang akan diteliti bisa ditemukan. Pada penelitian ini, algoritma *Cheapest Insertion Heuristic (CIH)* adalah algoritma yang dipilih untuk digunakan dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian tersebut.

Algoritma CIH adalah metode yang memiliki konsep menyisipkan kota yang belum terlewati dengan tambahan jarak minimum hingga semua kota terlewati untuk mendapatkan solusi[10]. Secara lengkap langkah-langkah dalam pengerjaan algoritma Cheapest Insertion Heuristic[11] yaitu:

1. Penelusuran dimulai dari sebuah lokasi yang dianggap pertama dihubungkan dengan sebuah lokasi yang dianggap terakhir.
2. Bangun subtour antara 2 lokasi tersebut. Yang dimaksud subtour adalah perjalanan dari lokasi pertama dan berakhir di lokasi pertama.
3. Ganti salah satu arah hubungan busur dari dua lokasi dengan kombinasi dua busur, yaitu busur (i, j) dengan busur (i, k) dan busur (k, j) merupakan titik busur awal, merupakan titik busur yang yang dituju dan merupakan titik busur yang belum masuk subtour. dan dengan nilai sisipan terkecil. Penentuan nilai sisipan dengan cara: $C_{ik} + C_{kj} - C_{ij}$ dengan C_{ik} adalah jarak dari lokasi i ke k , C_{kj} adalah jarak dari lokasi k ke j , dan C_{ij} adalah jarak dari lokasi i ke j .

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data-data laporan gangguan kelistrikan dan data nilai pembobotan penyebab, alamat serta waktu saat terjadinya gangguan. Kemudian data tersebut akan menjadi inputan dari sistem yang akan dikembangkan. Berikut adalah flowchart dalam mencari rute terpendek pada petugas pln yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1 Flowchart

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ini untuk membandingkan antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan sistem juga dengan metode yang sama yaitu algoritma CIH. Sebelum melakukan perhitungan, dikumpulkan 10 sampel data yang akan dihitung. Data pada 10 sampel adalah data laporan pelanggan pada salah satu ulp pada tanggal 26 juli 2023, dan masih data asli. Untuk proses menghitung kita harus menentukan titik basecamp (titik nol atau P1) terlebih dahulu. Titik nol kita dapatkan pada titik koordinat $-7.476003561790421, 110.21904243808319$ Jl. Ahmad Yani No.14 Kota Magelang.

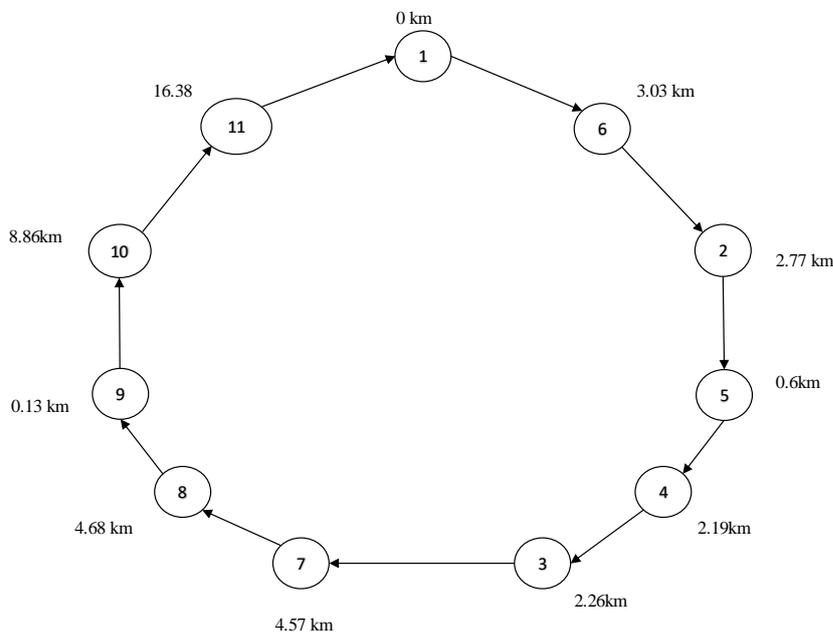
Langkah pertama dalam melakukan perhitungan manual menggunakan algoritma CIH dimana adalah dengan melakukan proses penyisipan dengan menggunakan persamaan $C_{ik} +$

$C_{kj} - C_{ij}$. Sebelum melakukan penyisipan maka kita tentukan nilai terlebih dahulu, data tersebut telah disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 1 Data Jarak Antar Pelanggan

Tempat Asal	Tempat Tujuan										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
P1	0	0,69	1,18	1,5	1,74	3,03	3,22	4,23	8,05	8,18	16,38
P2	0,69	0	1,87	1,44	1,43	2,77	3,83	4,75	8,71	8,84	17,07
P3	1,18	1,87	0	2,19	2,65	3,72	2,26	3,5	6,93	7,07	15,2
P4	1,5	1,44	2,19	0	0,6	4,21	4,45	3,82	8,21	8,34	16,89
P5	1,74	1,43	2,65	0,6	0	4,06	4,88	4,4	8,81	8,94	17,49
P6	3,03	2,77	3,72	4,21	4,06	0	4,34	7,17	10,4	10,6	18,03
P7	3,22	3,83	2,26	4,45	4,88	4,34	0	4,57	6,33	6,45	13,72
P8	4,23	4,75	3,5	3,82	4,4	7,17	4,57	0	4,68	4,8	13,62
P9	8,05	8,71	6,93	8,21	8,81	10,4	6,33	4,68	0	0,13	8,97
P10	8,18	8,84	7,07	8,34	8,94	10,6	6,45	4,8	0,13	0	8,86
P11	16,4	17,1	15,2	16,9	17,5	18	13,7	13,6	8,97	8,86	0

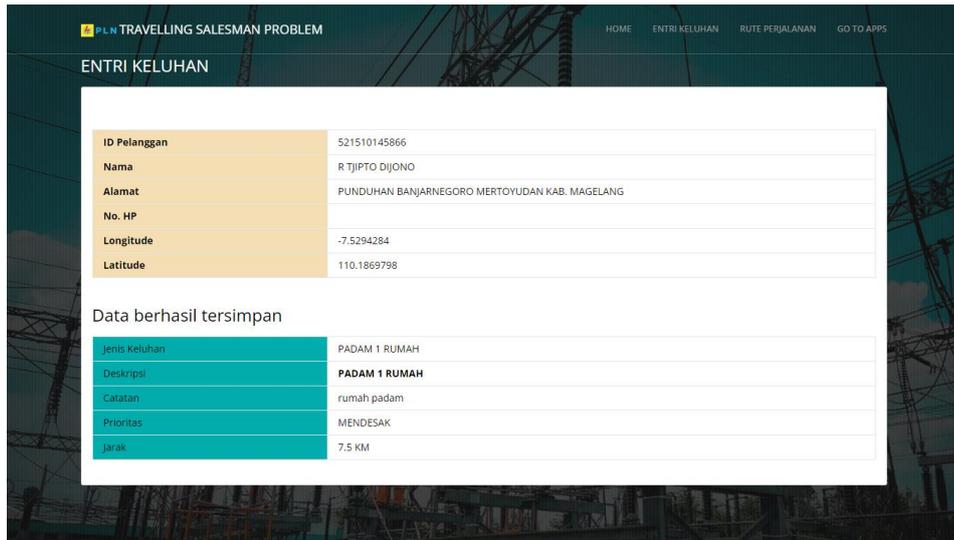
Selanjutnya dilakukan penyisipan. Dari langkah-langkah penyisipan tersebut dapatlah dibuat sebuah model graf dengan rute terpendeknya, sehingga di dapatlah jarak minimum yang ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 2 Model Graft

Untuk langkah perhitungan dengan sistem yang pertama kita memasukan data laporan pelanggan yang telah masuk, kemudian apabila laporan telah di inputkan ke sistem makan nanti hasilnya akan langsung membentuk rute perjalanan terdekat dengan menggunakan algoritma CIH.

1. Memasukan data pelanggan yang telah melapor ke pihak pln.



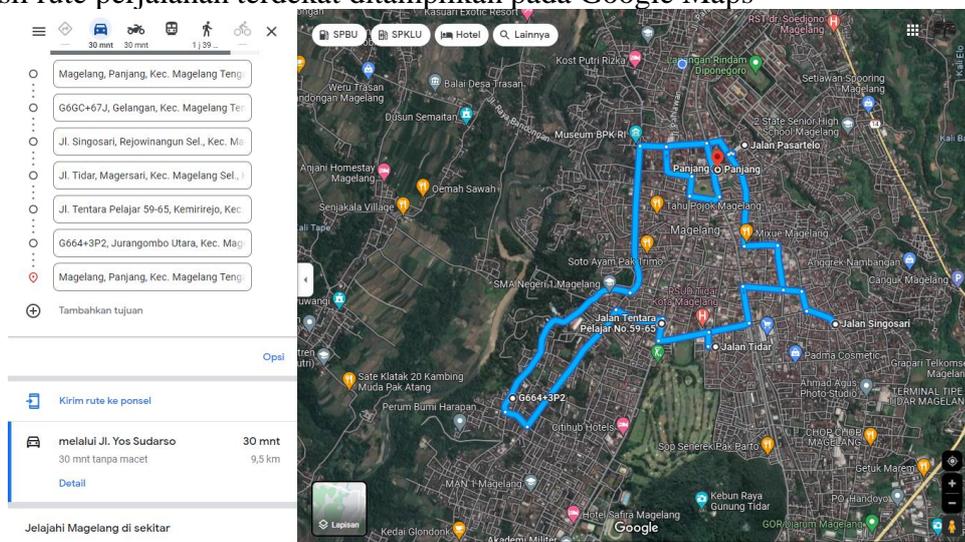
Gambar 3 Entri Keluhan Pada Sistem

2. Data yang telah masuk lalu diolah oleh sistem menggunakan algoritma CIH.

Rute	ID Pelanggan	Visit	Nama	Alamat	Keluhan	Jarak
# 1	BASECAMP					3.03
# 2	521511598673	Belum	NUHRI	TANJUNGPARI MADIYOCONDRO SECANG KAB. MAGELANG	PADAM 1 RUMAH	2.77
# 3	521511026109	Belum	SUSLOWATI	REJOSO JAMBERSARI SECANG KAB. MAGELANG	PADAM 1 RUMAH	1.43
# 4	521511598760	Belum	SUPARJO	SALAKAN MERTOYUDAN MERTOYUDAN KAB. MAGELANG	PADAM 1 RUMAH	0.6
# 5	521511598849	Belum	NGATEMI	TIDAR BARU MAGESARI MAGELANG SELATAN KOTA MAGELANG	PADAM BANYAK RUMAH	2.19
# 6	521511599011	Belum	MAFRUDHON	GEMULUNG PRASAN BANDONGAN KAB. MAGELANG	PERINGA	2.26
# 7	521511599157	Belum	NUR HAKIM	SIDOMUKYO GANDUSARI BANDONGAN KAB. MAGELANG	PADAM 1 RUMAH	4.57
# 8	521511598595	Belum	MIFTAHUL HUDA	KALIDWYUNG KALINEGORO MERTOYUDAN KAB. MAGELANG	DROP TEGANGAN	4.68
# 9	521511599078	Belum	ROTIB	SAREW 0103 TANGGULREJO TEMPURAN KAB. MAGELANG	PADAM BANYAK RUMAH	0.13
# 10	521510550699	Belum	MUHAMMAD NUR SAMSI	JONGGRANGAN TANGGULREJO TEMPURAN KAB. MAGELANG	PADAM BANYAK RUMAH	8.86
# 11	521511598951	Belum	MALIKHATUN	SAMBAY / MADUKORO KAJORAN KAB. MAGELANG	PERINGA	16.38
# 12	BASECAMP					
TOTAL JARAK YANG DITEMPUH						46.90

Gambar 4 Rute Perjalanan

3. Hasil rute perjalanan terdekat ditampilkan pada Google Maps



Gambar 5 Rute Perjalanan Pada Maps

4. KESIMPULAN

Artikel ini menyajikan *travelling salesman problem* (TSP) untuk simulasi rute terpendek petugas PLN di UP3 Magelang. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan pada bagian-bagian sebelumnya, kesimpulan yang didapat setelah melakukan penelitian sistem traveling salesman problem petugas PLN dengan menggunakan algoritma CIH bahwa sistem ini dirancang untuk membantu petugas dalam menentukan rute terdekat. Data pelanggan yang berhasil didapatkan adalah 10 pelanggan, sehingga terdapat 11 titik jika ditambahkan dengan basecamp. Setelah melalui proses perhitungan dengan algoritma CIH, maka didapatkan rute Basecamp, Nuhri, Susilowati, Suparjo, Ngatemi, Mafrudhon, Nur Hakim, Miftakhul Huda, Rotib, Muhammad Nur Samsi, Malikhatun, dan kembali lagi ke basecamp.

5. REFERENSI

- [1] U. Zulkilpi, H. Pathoni, and D. Tessel, “Studi Analisis Keandalan Sistem Distribusi 20 kV PT. PLN (Persero) UP3 Jambi ULP Kotabaru,” *JurnalEngineering*, vol. 3, no. 2, pp. 92–99, Aug. 2021, doi: 10.22437/jurnalengineering.v3i2.14194.
- [2] PLN, “Tingkat Jaminan Sistem Tenaga Listrik Bagian Dua: Sistem Distribusi.” 1986.
- [3] M. Anggarini Francesca and E. Nurmianto, “UPAYA PERBAIKAN KUALITAS UNIT PELAYANAN TEKNIK DENGAN PENDEKATAN LEAN SERVICE (Studi Kasus : PT. PLN APJ Surabaya Selatan),” *Matrik : Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, vol. 10, no. 2, pp. 109–123, Jul. 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.30587/matrik.v10i2.383>.
- [4] H. Ibnu and M. Hasbi Pratama, “ANALISA NILAI SAIDI SAIFI SEBAGAI INDEKS KEANDALAN PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK PADA PENYULANG CAHAYA PT. PLN (PERSERO) AREA CIPUTAT,” *energi*, vol. 10, no. 1, pp. 70–77, Feb. 2019, doi: 10.33322/energi.v10i1.330.
- [5] M. R. Garey and D. S. Johnson, *Computers and intractability: a guide to the theory of NP-completeness*. in A series of books in the mathematical sciences. New York: W. H. Freeman, 1979.
- [6] K.-T. Mak and A. J. Morton, “A modified Lin-Kernighan traveling-salesman heuristic,” *Operations Research Letters*, vol. 13, no. 3, pp. 127–132, Apr. 1993, doi: 10.1016/0167-6377(93)90001-W.
- [7] R. G. Utomo, D. S. Maylawati, and C. N. Alam, “Implementasi Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (CIH) dalam Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP),” *join*, vol. 3, no. 1, p. 61, Jun. 2018, doi: 10.15575/join.v3i1.218.
- [8] E. Yulianto and A. Setiawan, “OPTIMASI RUTE SALES COVERAGE MENGGUNAKAN ALGORITMA CHEAPEST INSERTION HEURISTIC DAN LAYANAN GOOGLE MAPS API,” *INTERNAL*, vol. 1, no. 1, pp. 39–54, Nov. 2018, doi: 10.32627/internal.v1i1.30.
- [9] A. Maulana, “Pemanfaatan Algoritma Generate and Test Dalam Kasus Travelling Salesman Problem Pencarian Jalur Terpendek,” *json*, vol. 3, no. 2, p. 128, Dec. 2021, doi: 10.30865/json.v3i2.3617.
- [10] S. Yilmaz and C. M. Seifert, “Creativity through design heuristics: A case study of expert product design,” *Design Studies*, vol. 32, no. 4, pp. 384–415, Jul. 2011, doi: 10.1016/j.destud.2011.01.003.
- [11] K. Saleh, Helmi, and B. Prihandono, “PENENTUAN RUTE TERPENDEK DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA CHEAPEST INSERTION HEURISTIC (STUDI KASUS: PT. Wicaksana Overseas International Tbk. Cabang Pontianak),” *Bimaster*, vol. 4, no. 3, pp. 295–304, 2015.