

IMPLEMENTASI TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP) PADA PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN LAMPU PJU BERBASIS WEB

Abdurrahman Hanif¹

*Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jl.Semolowaru No.45,
Surabaya, Indonesia*

Email : abdurrahmanhanif85@gmail.com

Abstract

Street lamps or also known as public street lighting (PJU) are lamps used for street lighting at night. Its main function is to illuminate the road to make it easier for motorists to pass. In Surabaya there are many PJU lights but very few technicians. The number of PJU lights makes it difficult for technicians to be able to visit all the damaged PJU areas in a limited time. In overcoming these problems, data processing is carried out on the distance between areas using the Traveling Salesman Problem Method to determine the shortest path that can be traversed by technicians, so that technicians can visit one area at a time without returning to the area that has been visited. The steps that must be taken in using the Traveling Salesman Problem Method are: collecting distance data between objects obtained from the latitude and longitude of the location to be visited, comparing the route traversed based on the distance traveled from place A to B, making a system design. from the input process to the output issued, evaluate and analyze the results of the program that has been made by the system. So that the best route is obtained in searching for dead PJU routes in the city of Surabaya.

Keywords: *PJU, Optimization, Traveling Salesman Problem, Route*

Abstrak

Lampu jalan atau dikenal juga sebagai Penerangan Jalan Umum (PJU) merupakan lampu yang digunakan untuk penerangan jalan di malam hari. Fungsi utamanya adalah untuk menerangi jalan agar memudahkan pengendara melintas. Di Surabaya ada banyak lampu PJU namun petugas teknisi sangat sedikit. Banyaknya lampu PJU membuat teknisi kesulitan untuk dapat mengunjungi semua area PJU rusak yang ada dalam waktu yang terbatas. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan pengolahan data jarak antar area menggunakan Metode Travelling Salesman Problem untuk menentukan jalur terpendek yang dapat dilalui oleh teknisi, sehingga teknisi dapat mengunjungi satu per satu area tanpa kembali lagi ke area yang telah dikunjungi. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan Metode Travelling Salesman Problem yaitu: mengumpulkan data jarak antar objek yang diperoleh dari latitude dan longitude lokasi yang akan di kunjungi, melakukan perbandingan rute yang dilewati berdasarkan jarak yang ditempuh dari tempat A ke B, membuat rancangan sistem dari proses input sampai output yang dikeluarkan, mengevaluasi dan menganalisa hasil program yang telah dibuat oleh sistem. Sehingga diperoleh rute terbaik dalam melakukan pencarian rute PJU mati di Kota Surabaya.

Kata kunci: *PJU, Optimasi, Travelling Salesman Problem, Rute.*

1. PENDAHULUAN

Lampu Penerangan Jalan umum atau biasa sebut Lampu PJU adalah infrastruktur bagi pengguna jalan yang diperuntukan malam hari. Lampu PJU juga termasuk salah satu fasilitas umum yang dijumpai pada jalan raya hingga jalan tol. Hampir disemua jalan raya, terdapat lampu penerangan jalan yang berguna untuk menerangi jalan yang dilewati oleh pengguna jalan. Adapun Fungsi lain dari Lampu Penerangan Jalan Umum yaitu faktor keamanan serta keindahan. Faktor keamanan bertujuan untuk memperluas jarak pandang pengendara dan pengguna jalan saat melewati jalan pada malam hari. Pengendara juga memerlukan penerangan menggunakan cahaya lampu Penerangan jalan untuk mengurangi resiko tindak kriminalitas dan kecelakaan. Sedangkan factor keindahan bertujuan untuk memperindah jalan waktu malam hari karna design dan tata letak lampu yang menarik

Unit Pelayanan Tugas (UPT) Penerangan Jalan Umum (PJU) dibawah naungan Dinas Kebersihan dan Lingkungan Terbuka Hijau (DKLTH) adalah badan yang mempunyai tugas untuk melaksanakan perbaikan dan monitoring PJU di Kota Surabaya. Berdasarkan keterangan UPT PJU Kota Surabaya, untuk melakukan perbaikan pihaknya harus melakukan monitoring secara konvensional dan lebih mengutamakan pada pengaduan masyarakat terkait lokasi Lampu PJU yang mati dengan cara mengunjungi website pengaduan PJU Kota Surabaya untuk melakukan pengaduan.

Karena jumlah lampu PJU di Kota Surabaya sangat banyak dan petugas teknis yang sangat minim, belum lagi harus ada pembagian 5 wilayah pengerjaan yaitu Surabaya Pusat, Surabaya Barat, Surabaya Utara, Surabaya Selatan, dan Surabaya Timur. Hal tersebut membuat ketidakefisienan waktu karna akan membutuhkan waktu yang lama untuk mencari letak pasti dimana PJU yang rusak itu berada.

Menyadari akan perkembangan teknologi saat ini, maka pada penelitian ini penulis akan melakukan perancangan sebuah sistem manajemen berbasis website yang berguna untuk memajemen penjadwalan

teknisi dan mendeteksi lokasi lampu yang mati dan mencari rute terpendek ke area lampu yang mati dengan memanfaatkan metode Travelling Salesman Problem. Sehingga teknisi dapat mengunjungi satu per satu lokasi PJU yang mati tanpa kembali lagi ke lokasi sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Pada tahapan pengembangan sistem, peneliti akan menggunakan metode Application Development Development atau biasa disebut RAD. RAD adalah metode untuk pengembangan sistem yang mempunyai kelebihan seperti tahapan yang singkat dan cepat. Adapun 3 tahapan RAD yaitu tahapan perencanaan kebutuhan yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem yang dibangun. Kemudian ada Desain sistem yang bertujuan untuk membangun tampilan visual sistem yang dibangun. Selanjutnya ada tahapan penerapan yang bertujuan untuk pembangunan sistem dan pengujian sistem yang dibangun.



Gambar 1 Alur Penelitian

Dari skema alur penelitian pada Gambar 3.1, tahapan dari penelitian akan dilakukan secara mendetail seperti yang tertera dibawah ini.

1. Perencanaan Kebutuhan (*Requirements Planning*)

Pada tahapan ini peneliti dan pihak yang terlibat melakukan membahas tentang kebutuhan sistem yang akan dibangun serta tujuan pembuatan sistem. Berikut merupakan langkah-langkah yang di lakukan dalam tahapan Perencanaan sistem atau *Requirments Planning*.

- Melakukan kegiatan observasi di Instansi Lampu Penerangan Jalan Umum.
- Menganalisa masalah dengan tujuan mendapatkan informasi kekurangan atau kendala dari sistem yang sudah ada atau sudah dipakai.
- Mengidentifikasi permasalahan yang bertujuan untuk mengetahui masalah yang ada dan berkaitan dengan system yang dibangun.
- Mencari informasi dan studi pustaka tentang bagaimana membuat sistem berbasis website.

2. Desain Sistem (*RAD Design Workshop*)

Pada tahapan ini peneliti melakukan desain alur sistem yang akan dibangun dengan memanfaatkan metode pemodelan Unified Modeling Language atau biasa disebut UML. UML adalah Bahasa desain yang menggunakan diagram dan teks sebagai pendukung. Adapun tahapan perancangan UML adalah sebagai berikut :

- Use Case Diagram

Use Case diagram yang berfungsi untuk menunjukkan hubungan antara actor atau pengguna dengan sistem yang akan dibangun. Hasil penggambaran dari skema tersebut, selanjutnya akan dibuat secara sederhana dengan tujuan agar dapat memudahkan pengguna dalam membaca informasi yang diberikan.

- Activity Diagram

Diagram activity berfungsi untuk merepresentasikan alur system yang dibangun. Masing-masing alur akan digambarkan dari mulai sistem dibuka hingga sistem ditutup. Diskusi yang mungkin terjadi pada pembuatan Activity Diagram adalah bagaimana kondisi berakhirnya sistem.

- Sequence Diagram

Sequence Diagram berfungsi untuk mengetahui urutan dari kejadian sistem serta dapat menghasilkan output yang diinginkan.

- Class Diagram

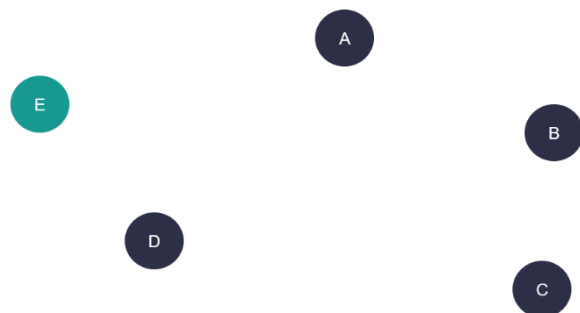
Class Diagram digunakan untuk merepresentasikan struktur dari sebuah sistem pemrograman. Sekelompok objek ini terdiri dari beberapa fitur struktural yang dapat mendeskripsikan apa yang diketahui class serta fitur operasional ini dapat mendeskripsikan apa yang bisa dilakukan oleh class.

3. Penerapan (*Implementation*)

Pada tahap implementasi atau penerapan dilaksanakan berdasarkan data yang sudah diperoleh dari tahapan sebelumnya. Hasil yang diperoleh yaitu berupa sistem pengaduan dan manajemen lampu penerangan jalan umum berbasis website dengan tahapan – tahapan yang berdasarkan metode Rapid Application Development atau RAD.

2.2 Skenario Pengujian

Pengujian metode Travelling Salesman Problem pada sistem manajemen lampu penerangan jalan umum ini diujikan pada data perjalanan teknisi yang memperbaiki 5 PJU mati pada area A, area B, area C, area D dan Seorang teknisi akan mengawali perjalanannya dari Kantor (Area E). Seperti pada gambar dibawah ini :



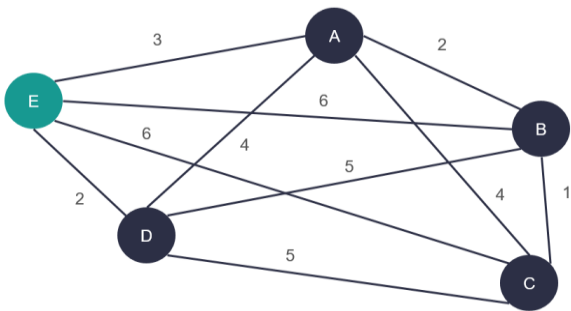
Gambar 2 Titik Area PJU Mati

Berikut adalah aturan-aturan yang pengerjaan dalam metode Travelling Salesman Problem:

1. Perjalanan akan di mulai di area asal teknisi dan akan diakhiri di area yang sama yaitu area asal teknisi.
2. Seluruh area harus didatangi tanpa ada satupun area yang terlewatkan.

3. Teknisi tidak boleh kembali ke area asal sebelum seluruh area dikunjungi.
4. Tujuan yang didapatkan dalam penyelesaian studi kasus ini yaitu mencari nilai yang paling optimum dengan meminimumkan jarak total rute yang akan dikunjungi dengan menentukan urutan area yang akan dikunjungi.

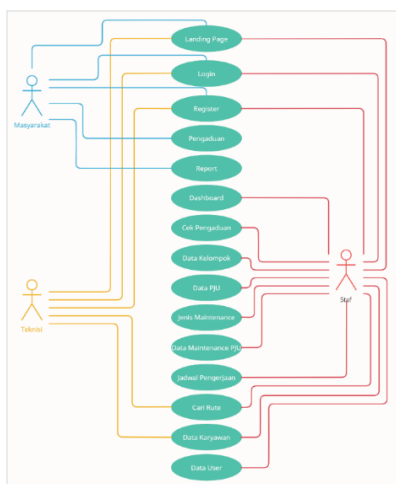
Dari studi kasus dan aturan-aturan tersebut maka diperoleh salah satu peluang jalur yang paling optimum adalah jalur dengan urutan area E->D->A->B->C->E tentunya hasil tersebut adalah hasil yang didapatkan dengan mempertimbangkan data jarak antar masing-masing area sehingga dapat menghasilkan urutan area dengan jarak yang paling optimum. Seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 3 Alur Perjalanan Teknisi

2.3 Perancangan Sistem

Perancangan system dikerjakan secara bertahap menggunakan tahapan-tahapan yang sesuai metode *Unified Modelling Language* atau UML dengan desain *Use Case Diagram* seperti dibawah ini :



Gambar 4 Use Case Diagram

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

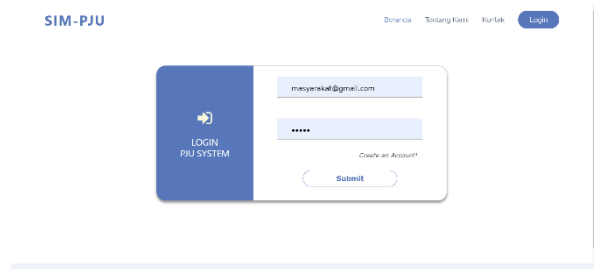
3.1 Hasil Yang di Capai

Pembuatan perangkat lunak bertujuan untuk memudahkan teknisi mendapatkan rekomendasi rute perjalanan terpendek ke lokasi PJU yang mati. Halaman depan aplikasi terdiri dari landing page.



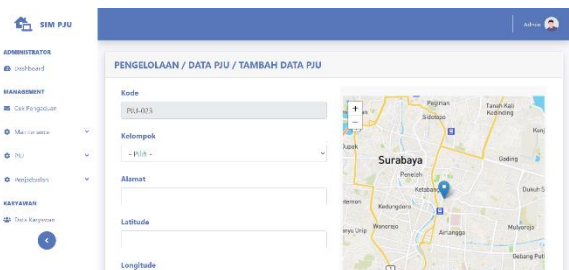
Gambar 5 Halaman Utama

Selanjutnya untuk melakukan pengaduan maupun pengelolaan, masyarakat, teknisi, dan staf harus login terlebih dahulu dengan menginputkan email dan password yang di miliki.



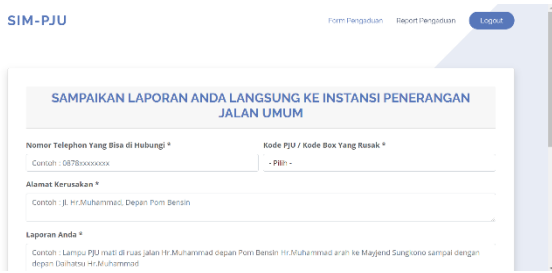
Gambar 6 Halaman Login

Berikutnya staf harus menginputkan data kode PJU dan kode kelompok sebagai data acuan titik letak PJU.



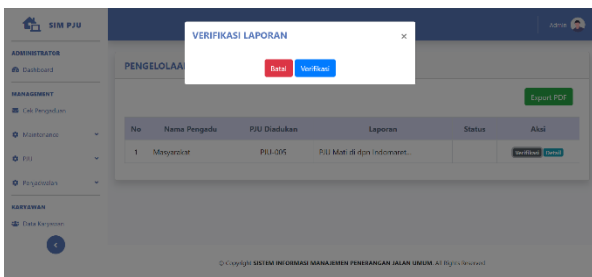
Gambar 7 Tambah Data PJU

Kemudian untuk masyarakat yang ingin melakukan pengaduan harus mengisi beberapa form yang sudah disediakan oleh sistem.



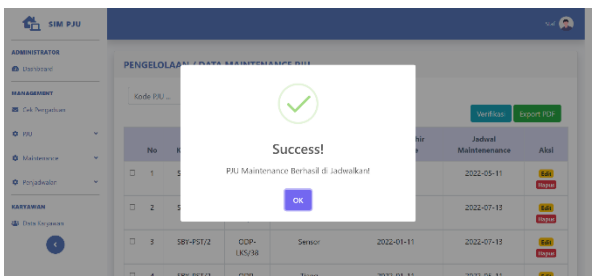
Gambar 8 Halaman Pengaduan

Lalu jika pengaduan sudah diterima maka staf akan melakukan pengecekan data pengaduan, dan jika sudah valid dan benar maka data tersebut akan di verifikasi untuk di jadwalkan.



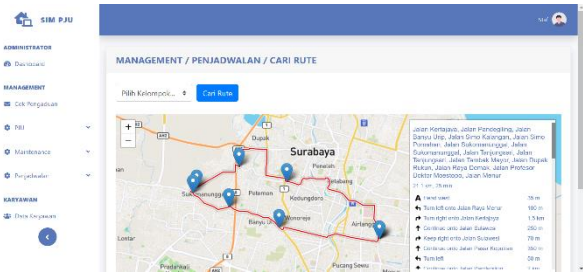
Gambar 9 Verifikasi Pengaduan

Kemudian staf harus melakukan pengecekan data maintenance PJU yang jatuh tempo pada hari itu, dan jika ada staf juga harus memverifikasi maintenance agar otomatis ter insert di jadwal.



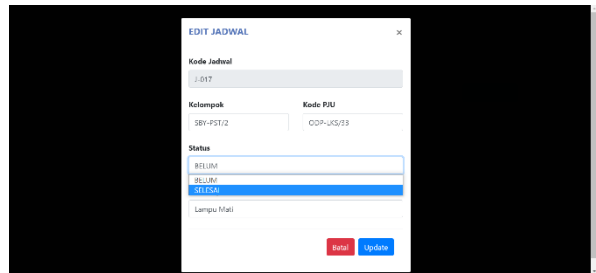
Gambar 10 Verifikasi Maintenance PJU

Selanjutnya jika semua sudah di verifikasi dan masuk ke jadwal maka teknisi bisa mencari rute terpendek ke area PJU-PJU yang sudah di jadwalkan berdasarkan kelompok wilayah dan tim.



Gambar 11 Verifikasi Maintenance PJU

Lalu jika PJU sudah dikerjakan oleh teknisi maka teknisi bisa mengirim konfirmasi ke staf agar statusnya dapat diubah menjadi selesai.



Gambar 8 Verifikasi Pengaduan

3.2 Pengujian System Usability Scale (SUS)

Untuk pengujian system yang digunakan penulis menggunakan metode System Usability Scale. System Usability Scale adalah satu dari berbagai cara untuk dapat mengetahui apakah pengguna dapat dengan mudah menggunakan system serta mengukur seberapa efektif dan efisien sebuah system nantinya dapat membantu pengguna dalam mencapai tujuannya. Pengukuran variable berpedoman pada Skala Likert (Likert Scale), yang dapat diartikan sebagai skala penelitian yang digunakan untuk mengukur pendapat. Adapun dalam Skala likert mempunyai 5 pilihan skala, yaitu sebagai berikut:

1. STS (Sangat Tidak Setuju/Sangat Tidak Baik) = 1
2. TS (Tidak Setuju/Tidak Baik) = 2
3. CS (Cukup Setuju) = 3
4. S (Setuju/Baik) = 4
5. SS (Sangat Setuju/Sangat Baik) = 5

Tabel 1 Skor Asli SUS

Respo nden	Skor Asli (Data Contoh)									
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10
Respo nden 1	5	1	4	2	5	1	4	2	5	1
Respo nden 2	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 3	4	1	5	1	5	2	5	1	5	1
Respo nden 4	4	2	4	2	5	2	4	2	4	2
Respo nden 5	4	2	5	5	5	3	5	3	5	3
Respo nden 6	5	2	4	4	4	1	4	1	5	5
Respo nden 7	5	2	5	3	5	3	5	2	5	5
Respo nden 8	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 9	5	1	4	2	5	2	4	2	5	1
Respo nden 10	5	1	5	1	5	2	4	1	5	4
Respo nden 11	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 12	5	1	5	2	5	1	5	1	5	1
Respo nden 13	5	1	5	1	5	1	5	1	5	2
Respo nden 14	5	1	5	1	5	2	5	1	5	1
Respo nden 15	5	2	5	2	5	2	4	2	5	2
Respo nden 16	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 17	5	1	5	2	5	1	5	1	5	2
Respo nden 18	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 19	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 20	5	1	5	2	4	1	5	2	5	2
Respo nden 21	5	1	5	1	5	2	5	1	5	1
Respo nden 22	5	2	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 23	5	1	5	2	4	1	5	2	4	1
Respo nden 24	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1
Respo nden 25	4	2	5	1	4	1	5	2	4	1
Respo nden 26	4	2	5	2	5	1	4	2	4	2

Respo nden 27	5	1	5	2	5	1	5	1	5	2
Respo nden 28	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 29	4	2	5	2	5	3	5	2	5	2
Respo nden 30	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 31	5	1	5	1	5	2	4	2	5	1
Respo nden 32	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 33	4	2	4	2	4	2	4	3	4	2
Respo nden 34	5	2	5	2	5	1	5	2	5	2
Respo nden 35	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
Respo nden 36	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1

Tabel 2 Skor Hasil SUS

Skor Hasil Hitung										Ju m lah	Nilai (Ju m lah x 2,5)
Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10		
4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	35	87.5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	36	90
3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	33	82.5
3	3	4	0	4	2	4	2	4	2	28	70
4	3	3	1	4	4	3	4	4	0	30	75
4	3	4	2	4	2	3	3	4	0	29	72.5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	37	92.5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	37	92.5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	38	95
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	39	97.5
4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	36	90
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	37	92.5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	39	97.5
4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	35	87.5
4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	37	92.5
4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	38	95
4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	36	90

3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	38	95
3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	37	92.5
3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	35	87.5
4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	38	95
4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	39	97.5
3	3	4	3	4	2	4	3	4	3	33	82.5
4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	37	92.5
4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	38	95
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
3	3	3	3	4	3	4	2	4	3	32	80
4	3	4	3	- 1	4	- 1	3	- 1	3	21	52.5
4	4	4	4	- 1	4	- 1	4	- 1	4	25	62.5
4	4	4	4	- 1	4	- 1	4	- 1	4	25	62.5
Skor Rata-Rata											319 5
Skor SUS											88.7 5

Berdasarkan tabel pengujian SUS yang telah dilakukan, dapat dilihat hasil Skor SUS yang didapatkan yaitu rata-rata 88,75 yang berarti Sistem Manajemen Lampu PJU baik, dan mudah digunakan, serta mudah dipahami oleh pengguna.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan uji sistem yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Sistem Informasi Manajemen Lampu PJU ini dapat menerima pengaduan masyarakat terkait Lampu PJU
2. Sistem Informasi Manajemen Lampu PJU ini dapat mencari rute terpendek ke area PJU yang rusak berdasarkan pengaduan masyarakat dan maintenance PJU.
3. Metode yang digunakan dalam penerapan pencarian rute terpendek adalah Metode Travelling Salesman Problem.
4. Sistem Informasi Manajemen Lampu PJU ini dapat mempermudah mengelola penjadwalan terkait perbaikan Lampu PJU yang rusak dan penjadwalan terkait maintenance tiap PJU.

5. Berdasarkan pengujian dengan black box yang telah dilakukan maka didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa sistem Manajemen Lampu PJU dapat berfungsi dengan baik, dan tidak terdapat eror atau bug.
6. Berdasarkan hasil pengujian dengan Sistem Usability Scale (SUS), dapat di simpulkan bahwa Sistem Manajemen Lampu PJU ini mendapatkan skor 88,75 yang termasuk dalam kategori Baik dan sistem mudah untuk digunakan, serta mudah untuk dipahami oleh pengguna.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil implementasi dan uji sistem yang telah dilakukan. Peneliti merasa sistem ini masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu untuk kebutuhan pengembangan lebih lanjut peneliti akan merekomendasikan beberapa saran seperti sebagai berikut :

Berdasarkan implementasi yang telah dilakukan, sistem ini masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu untuk pengembangan selanjutnya peneliti akan mengajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Diperlukan sistem yang lebih detail pada pengelolaan data teknisi agar bisa dikelompokkan pembagian tugas tiap tim.
2. Mungkin kedepannya bisa dikembangkan dengan penambahan fitur inventori alat-alat dan komponen PJU.
3. Pembenahan pada fitur pencarian rute yang kemampuannya belum bisa melacak titik GPS teknisi yang sedang bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya Bagus Prakoso, Yuri Ariyanto , Ariadi Retno Tri Hayati Ririd. (2017). Optimasi Rute Lokasi Wisata Kota Malang Menggunakan Metode Algoritma Genetika dari Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang.

- [2] Aleksander Bima Sakti Wibowo Tansri, Mochamad Subianto, Romy Budhi Widodo, Yusuf Giovanni, Octaviani Intan Randi. (2020). Rancang Bangun Prototipe Sistem Pemantauan dan Pemetaan Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Berbasis Arduino UNO. Travelling Salesman Problem (TSP) (Studi Analisa Usaha Kecil Hikma Sanan – Malang). Jurnal Teknologi Pertanian, 5(2), 87–94.
- [3] Ignas, Lamabelawa. (2014). Penyelesaian TSP dengan Algoritma Genetik. Diterbitkan Oleh Rafli Kerja. <https://slideplayer.info/slide/1938407/>
- [4] [Indra Saputra, Defri Ahmad. (2015) Algoritma Genetika Untuk Menentukan Jalur Terpendek Wisata Kota Bukittinggi Diterbitkan Oleh Departemen Matematika, Universitas Negeri Padang Indonesia.
- [5] Priza Pandunata, Rachmad Agung Bagaskoro, Agung Ilham Bachtiar, Ani Andriani. (2017). Pencarian Rute Terpendek untuk Pengoptimalan Ditribusi Sales Rokok Gudang Garam di kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember Menggunakan Algoritma Genetika.
- [6] Putra Angelo Kurnia Liando, Hans Tumaliang, Lily Setyowati Patras. (2019). Sistem Pemantau Dan Pengendali Penerangan Jalan Umum Kota Manado Secara Terpusat Menggunakan Mikrokontroller.
- [7] Rini, A., & Fatmariyani. (2017). Penerapan Metode RAD Pada Sistem Pengajuan Pengambilan Data Penelitian Bankesbangpol Kota Palembang. Jurnal TI Atma Luhur, 4(1), 1–12.
- [8] Saiful Rohman, La Zakaria, Asmiati, AangNuryaman. (2020). Optimisasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika pada KasusPendistribusian Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung.
- [9] Santosa Budi and Ai Jin The (2017). Pengantar Metaheuristik Implementasi dengan Matlab. ITS TEKNO SAINS, Surabaya.
- [10] Utomo, H. T., Pulungan, M. H., & Santoso, E. F. S. M. (2004). Minimasi Biaya Distribusi Tempe Dengan Menggunakan Metode