

TUGAS AKHIR

PENENTUAN LOKASI SPKLU DI KOTA MOJOKERTO DENGAN METODE MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING (MILP)



Disusun Oleh :

Christian Cahya Nugraha
1412100075

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2025

TUGAS AKHIR

PENENTUAN LOKASI SPKLU DI KOTA MOJOKERTO DENGAN METODE MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING (MILP)

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)
dalam Ilmu Teknik Industri pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Disusun Oleh:

Christian Cahya Nugraha
1412100075

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025**

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Christian Cahya Nugraha
NIM : 1412100075
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Judul TA : Penentuan Lokasi SPKLU di Kota Mojokerto dengan
Metode Mixed Integer Linear Programming (MILP)

Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing



Herlina, S.T., M.T.
NPP. 20410.15.0679

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Dr. Ir. A. R. A. Retno Hastijanti, M.T., IPU., IAL.,
APEC Eng
NPP. 20440.91.0218

Kaprodi Teknik Industri
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Dr. Jaka Purnama, S.T., M.T.
NPP. 20410.17.0761

LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI

Nama : Christian Cahya Nugraha
NIM : 1412100075
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Judul TA : Penentuan Lokasi SPKLU di Kota Mojokerto dengan
Metode Mixed Integer Linear Programming (MILP)

Tugas ini di uji pada 4 Desember 2025

Panitia Penguji Tugas Akhir Berdasarkan Keputusan Dekan Fkultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ketua	Herlina., S.T., M.T.	20410.15.0679
Anggota	Erni Puspanantasari Putri, ST., M.Eng., Ph.d	20410.96.0479
	Ir. Siti Mundari, MT.	20410.89.0182

LEMBAR PERNYATAAN ORIGINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Christian Cahya Nugraha
NIM : 1412100075
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PENENTUAN LOKASI SPKLU DI KOTA MOJOKERTO DENGAN METODE MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING (MILP)”

Merupakan benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan inti tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 19 Desember 2025



Christian Cahya Nugraha
NIM : 1412100075



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 539 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpustakaan@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah ini :

Nama : Christian Cahya Nugraha
NBI : 1412100075
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Jenis Karya : Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Hak Bebas *Poyalty Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul :

**“PENENTUAN LOKASI SPKLU DI KOTA MOJOKERTO DENGAN
METODE MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING (MILP)”**

Dengan Hak Bebas *Poyalty Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan, media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*Database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tata tertantum.

Dibuat di : Surabaya
Pada Tanggal : 19 Desember 2025



(Christian Cahya Nugraha)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul "Penentuan Lokasi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di Kota Mojokerto Menggunakan Metode Mixed-Integer Linear Programming (MILP)" ini dapat saya selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi kelulusan pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Melalui penelitian ini, saya berupaya mengidentifikasi lokasi optimal pembangunan SPKLU di Kota Mojokerto dengan memanfaatkan pendekatan optimasi matematis MILP, sekaligus memberikan rekomendasi yang diharapkan dapat mendukung pengembangan infrastruktur kendaraan listrik di tingkat daerah.

Dalam proses penyusunan laporan ini, saya menerima banyak bantuan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, saya ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak/Ibu Dosen Pembimbing, atas segala waktu, bimbingan, dan arahan selama proses penelitian dan penyusunan laporan ini.
2. Pihak Fakultas dan Program Studi, yang telah memberikan fasilitas serta dukungan selama masa studi.
3. BAPERIDA, DISPENDA, dan PLN UP3 Mojokerto, yang telah memberikan data dan informasi penting dalam mendukung kelancaran penelitian ini.
4. Keluarga, teman-teman, dan seluruh pihak, yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan moral kepada saya.

Saya menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Saya berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi kontribusi positif dalam pengembangan infrastruktur kendaraan listrik di Indonesia, khususnya di Kota Mojokerto.

Surabaya, 19 Desember 2025



Christian Cahya Nugraha

ABSTRAK

Kendaraan listrik (electric vehicle/EV) berkembang pesat di Indonesia sebagai solusi transportasi ramah lingkungan. Namun, ketersediaan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di Kota Mojokerto masih terbatas sehingga pengguna harus mengakses fasilitas di luar wilayah kota. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi dan kapasitas optimal SPKLU di Kota Mojokerto menggunakan metode Mixed-Integer Linear Programming (MILP). Wilayah kajian meliputi Kecamatan Kranggan, Magersari, dan Prajurit Kulon dengan mempertimbangkan sebaran pengguna kendaraan listrik, jarak tempuh, kesesuaian tata ruang, dan biaya investasi. Model optimasi diimplementasikan menggunakan Python dan PuLP pada Google Colab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 22 lokasi kandidat, terpilih lima lokasi optimal, yaitu Lokasi 4 (GMSC), 10, 15 (Alun-Alun Kota Mojokerto), 20, dan 22 (Kantor Kelurahan Wates). Konfigurasi optimal terdiri dari dua unit SPKLU 22 kW dan lima unit SPLU, yang mampu melayani 99 sepeda motor listrik dan 13 mobil listrik dengan biaya investasi minimum sebesar Rp303.806.141. Selain mampu menurunkan jarak tempuh pengguna secara signifikan, hasil optimasi ini juga menunjukkan bahwa penerapan metode MILP efektif dalam menghasilkan keputusan lokasi yang efisien, terukur, dan berbasis data. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan bagi pemerintah daerah

Kata kunci: Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum, kendaraan listrik, MILP, optimasi lokasi, Kota Mojokerto.

ABSTRACT

Electric vehicles (EVs) are growing rapidly in Indonesia as an environmentally friendly transportation solution. However, the availability of Public Electric Vehicle Charging Stations (SPKLU) in Mojokerto City is still limited, requiring users to access facilities outside the city. This study aims to determine the optimal location and capacity of SPKLUs in Mojokerto City using the Mixed-Integer Linear Programming (MILP) method. The study area covers Kranggan, Magersari, and Prajurit Kulon Districts, taking into account the distribution of electric vehicle users, travel distance, spatial suitability, and investment costs. The optimization model was implemented using Python and PuLP on Google Colab. The results showed that out of 22 candidate locations, five optimal locations were selected, namely Location 4 (GMSC), 10, 15 (Mojokerto City Square), 20, and 22 (Wates Village Office). The optimal configuration consists of two 22 kW charging stations (SPKLU) and five gas distribution stations (SPLU), capable of serving 99 electric motorcycles and 13 electric cars with a minimum investment cost of IDR 303,806,141. In addition to significantly reducing travel distances, the optimization results also demonstrate the effectiveness of the MILP method in generating efficient, measurable, and data-driven location decisions. The results of this study are expected to inform local government considerations.

Keywords: *Public Electric Vehicle Charging Station, electric vehicles, MILP, location optimization, Mojokerto City.*

DAFTAR ISI

LEMBAR HALAMAN JUDUL TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORIGINALITAS PENELITIAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan dan Asumsi	6
BAB 2	9
TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kajian Teori Umum.....	9
2.2 Kendaraan Listrik (Electric Vehicle).....	9
2.3 Infrastruktur Pengisian Kendaraan Listrik (SPKLU)	10
2.4 Kebijakan dan Regulasi Pemerintah tentang Kendaraan Listrik	11
2.5 Metode Penentuan Lokasi SPKLU	12
2.6 Metode Mixed-Integer Linear Programming (MILP).....	13
2.7 Penerapan MILP dalam Perencanaan Fasilitas Publik di Indonesia	14
2.8 Keterkaitan MILP dengan Perencanaan SPKLU di Kota Mojokerto	15
2.9 Tantangan dan Peluang Pengembangan SPKLU di Indonesia.....	16
2.10 Karakteristik SPKLU dan Jenis Charger	16
2.10.1 Jenis-jenis Charger.....	16
2.10.2 Kapasitas dan Waktu Pengisian	17

2.11	Penelitian Terdahulu.....	18
2.12	Justifikasi Metode	26
BAB 3		29
METODE PENELITIAN		29
3.1	Flowchart	29
3.2	Jenis dan Pendekatan Penelitian	30
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	31
3.4	Tahapan Penelitian	32
3.5	Jenis dan Sumber Data.....	34
3.5.1	Data Primer.....	34
3.5.2	Data Sekunder	35
3.6	Metode Analisis Data	35
3.6.1	Formulasi Model MILP.....	35
3.6.2	Variabel Keputusan.....	36
3.6.3	Fungsi Tujuan	36
3.6.4	Kendala Model	37
3.6.5	Asumsi dan Parameter Penelitian	37
3.7	Implementasi Google Colab.....	41
3.8	Validasi dan Analisis	42
3.9	Penyusunan Kesimpulan dan Rekomendasi	42
BAB 4		45
HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Pengumpulan Data	45
4.1.1	Data Spasial	45
4.1.2	Data Non-Spasial.....	49
4.2	Pengolahan Data	52
4.2.1	Pemetaan Titik Permintaan (Demand Point)	52
4.2.2	Penentuan Lokasi Calon SPKLU	54
4.2.3	Penentuan Radius Pelayanan SPKLU	58
4.2.4	Analisis Hasil Jangkauan dan Penentuan Jenis Charger	61
4.2.5	Analisis Jarak Lokasi SPKLU terhadap Titik Permintaan	67
4.2.6	Analisis Biaya Pembangunan SPKLU	75
4.3	Implementasi Model MILP dan Optimasi Lokasi SPKLU	79
4.3.1	Penyiapan Data Input untuk Model MILP	79
4.3.2	Formulasi Model MILP yang Digunakan.....	79

4.3.3 Implementasi dan Penyelesaian Model dengan Python (Google Colab)	82
BAB 5.....	93
PENUTUP	93
5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
BIOGRAFI.....	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Distribusi EV dan Akses SPKLU Kota Mojokerto	4
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian 1	29
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian 2	30
Gambar 4.1 Peta Rencana Struktur Ruang Kota Mojokerto 2023	46
Gambar 4.2 Peta Kawasan Strategis Kota Mojokerto	48
Gambar 4.3 Peta Lokasi Calon SPKLU di Kota Mojokerto	56
Gambar 4.4 Visualisasi Radius di Setiap Calon Lokasi SPKLU.....	61
Gambar 4.5 Visualisasi Radius Lokasi 1	62
Gambar 4.6 Alur Kerja Implementasi Model 1	83
Gambar 4.7 Alur Kerja Implementasi Model 2	84

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Pengguna Kendaraan Listrik.....	2
Tabel 1.2 Jarak Lokasi Demand ke Lokasi SPKLU UP3	3
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	31
Tabel 3.2 Variabel Keputusan.....	36
Tabel 3.3 Estimasi Biaya Konstruksi SPLU Multi-Soket	39
Tabel 4.1 Data Pengguna Kendaraan Listrik.....	49
Tabel 4.2 Estimasi Biaya Pembangunan SPKLU Berdasarkan Tipe Charger	51
Tabel 4.3 Titik Permintaan Kendaraan Listrik Berdasarkan Kelurahan di Kota Mojokerto	53
Tabel 4.4 Kooordinat Lokasi Calon SPKLU.....	56
Tabel 4.5 Radius Efektif SPKLU Berdasarkan Referensi	59
Tabel 4.6 Jumlah Layanan Kendaraan Listrik.....	63
Tabel 4.7 Jumlah Layanan Kendaraan Listrik, Jenis Pengisi Daya, Jumlah Pengisi Daya	64
Tabel 4.8 Jenis Charger di setiap Calon Lokasi	67
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Jarak (Meter) Setiap Lokasi Potensial SPKLU.....	69
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Jarak dalam Rupiah.....	73
Tabel 4.11 Komponen Biaya dan Nilai Estimasi SPKLU	75
Tabel 4.12 Total Perkiraan Biaya Konstruksi untuk setiap Lokasi SPKLU	77
Tabel 4.13 Detail Konfigurasi per Lokasi	88
Tabel 4.14 Tabel Hasil Analisis	88
Tabel 4.15 Kinerja Sistem	89
Tabel 4.16 Jarak Lokasi Demand ke Lokasi SPKLU UP3	90
Tabel 4.17 Data Jarak Demand ke Lokasi Terpilih	90
Tabel 4.18 Perbandingan Sebelum dan Sesudah, Jarak Pengguna ke Lokasi SPKLU	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Kota Mojokerto.....	99
Lampiran 2. Lokasi Potensial SPKLU	100
Lampiran 3. SPKLU UP3 Mojokerto.....	101
Lampiran 4. Implementasi model menggunakan pustaka PuLP	102
Lampiran 5. Surat Izin Penelitian.....	109
Lampiran 6. Lembar Bimbingan	110
Lampiran 7. Kertas Revisi.....	112
Lampiran 8. LOA Jurnal.....	113