UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemodelan Rute Ekspansi Jaringan Gas Bumi Industri dan Komersial Menggunakan Metode Least Cost Path
di Surabaya Timur**
Mayludy Aina'ul Misbach, Dr. Anindya Sricandra Prasidya, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Sektor industri dan komersial mendominasi 98,9% total volume penyaluran gas bumi nasional, sementara tren pertumbuhan pelanggan pada sektor ini terus meningkat sebesar 5,58% pada periode 2023-2024. Kondisi ini mendorong kebutuhan ekspansi jaringan gas bumi yang tidak hanya efisien secara biaya konstruksi, tetapi juga adaptif terhadap pola potensi pasar gas bumi yang bersifat sporadis. Namun, pendekatan perencanaan rute pipa yang hanya mengikuti geometri jalan raya secara kaku belum mengakomodasi distribusi spasial potensi pasar sebagai parameter penentu arah ekspansi, sehingga menghasilkan rute yang suboptimal baik dari sisi biaya beban lintasan maupun jangkauan pasar. Berdasarkan permasalahan tersebut, proyek akhir ini bertujuan menyusun model rute ekspansi jaringan gas bumi sektor industri dan komersial di Surabaya Timur melalui integrasi *Kernel Density Estimation* (KDE) ke dalam metode *Least Cost Path* (LCP), serta mengevaluasi efektivitasnya secara komparatif terhadap rute berbasis geometri jalan raya yang disimulasikan melalui *Network Analysis*.

Wilayah studi mencakup tujuh kecamatan di Surabaya Timur dengan fokus pada kawasan *Surabaya Industrial Estate Rungkut* (SIER) untuk sektor industri dan koridor jalan *Middle East Ring Road* (MERR) untuk sektor komersial. Secara prosedural, tahapan dimulai dengan ekstraksi data titik lokasi (Point of Interest) potensi pasar dari platform Outscraper. Data tersebut dibobotkan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) berdasarkan justifikasi ahli dari tiga praktisi PT Perusahaan Gas Negara Tbk, yang menghasilkan nilai prioritas 44% untuk kriteria potensi pasar, 44% untuk *Safety & Legal*, dan 12% untuk kriteria fisik. Pola konsentrasi pasar tersebut dimodelkan menggunakan KDE dengan perhitungan bandwidth otomatis *Silverman's Rule of Thumb* (971,15 meter untuk industri dan 731,71 meter untuk komersial). Peta densitas luaran KDE tersebut kemudian direklasifikasi menjadi matriks permukaan biaya (*cost surface*), di mana area dengan tingkat kepadatan pasar tinggi diberikan skor beban lintasan terendah guna menarik arah koridor rute LCP secara optimal.

Hasil evaluasi komparatif menunjukkan bahwa pada sektor industri, rute LCP mampu mengefisiensikan panjang rute pipa sebesar 83,36% (menjadi 317,099 meter) dan mereduksi akumulasi biaya beban lintasan sebesar 88,33% dibandingkan *Network Analysis*, dengan tetap mengamankan jangkauan pasar sebesar 17,25% (93 titik) dari total populasi pasar, terpaut tipis dari rute pembanding sebesar 18,18% (98 titik). Pada sektor komersial, rute LCP menghasilkan penghematan panjang lintasan sebesar 11,72% (menjadi 14.620,478 meter) dan reduksi akumulasi biaya sebesar 16,18%, dengan capaian jangkauan potensi pasar sebesar 32,49% (603 titik) berbanding rute pembanding sebesar 32,97% (612 titik). Integrasi LCP-KDE ini memberikan implikasi strategis sebagai kerangka acuan awal (*screening*) perencanaan ekspansi jaringan distribusi gas bumi di wilayah perkotaan dengan pola permintaan pasar sporadis, karena terbukti menghasilkan rekomendasi rute alternatif yang lebih pendek dan bernilai ekonomi tinggi dengan selisih kuantitas tangkapan pasar yang sangat minor.

Kata kunci: jaringan gas bumi, *least cost path*, *kernel density estimation*, *analytic hierarchy process*, pemodelan rute ekspansi, potensi pasar sporadis, Surabaya Timur

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemodelan Rute Ekspansi Jaringan Gas Bumi Industri dan Komersial Menggunakan Metode Least Cost Path
di Surabaya Timur**
Mayludy Aina'ul Misbach, Dr. Anindya Sricandra Prasidya, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

The industrial and commercial sectors dominate 98.9% of the total national natural gas distribution volume, accompanied by a customer growth trend of 5.58% during the 2023–2024 period. This condition drives the need for gas network expansion that is efficient in construction costs and adaptive to sporadic market potential patterns. However, conventional pipeline routing approaches that are strictly bound to the existing road network topology do not accommodate the spatial distribution of market potential as a determinant parameter for expansion, thereby yielding routes that are suboptimal in terms of both traversal costs and market coverage. To address this issue, this final project aims to develop an expansion routing model for natural gas distribution networks within the industrial and commercial sectors in East Surabaya by integrating Kernel Density Estimation (KDE) into the Least Cost Path (LCP) method, and to comparatively evaluate its effectiveness against road geometry-based routes simulated via Network Analysis.

The study area encompasses seven sub-districts in East Surabaya, specifically focusing on the Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER) for the industrial sector and the Middle East Ring Road (MERR) corridor for the commercial sector. Procedurally, the stages begin with extracting market potential Point of Interest (POI) data using the Outscraper platform. This data is then weighted using the Analytical Hierarchy Process (AHP) based on the expert judgment of three practitioners from PT Perusahaan Gas Negara Tbk within the PMO, OMM, and HSSE work units, yielding priority values of 44% for the market potential criterion, 44% for Safety & Legal, and 12% for the physical criterion. The market concentration patterns are modeled using KDE with automatic bandwidth calculation via Silverman's Rule of Thumb (971.15 meters for the industrial sector and 731.71 meters for the commercial sector). The resulting KDE density map is subsequently reclassified into a cost surface matrix, where areas with high market density are assigned the lowest traversal cost scores to optimally guide the LCP corridor direction.

Comparative evaluation results indicate that in the industrial sector, the LCP route improves pipeline length efficiency by 83.36% (to 317.099 meters) and reduces cumulative traversal costs by 88.33% compared to Network Analysis, while maintaining a market coverage of 17.25% (93 points) of the total population, closely trailing the comparative route at 18.18% (98 points). In the commercial sector, the LCP route achieves a length saving of 11.72% (to 14,620.478 meters) and a cumulative cost reduction of 16.18%, with a market potential coverage of 32.49% (603 points) compared to 32.97% (612 points) for the comparative route. This LCP-KDE integration offers strategic implications as an initial screening framework for planning natural gas distribution network expansions in urban areas with sporadic market demand patterns, as it is quantitatively proven to generate shorter, highly economical alternative route recommendations with a very minor difference in market catch quantity.

***Keywords**: natural gas network, least cost path, kernel density estimation, analytic hierarchy process, expansion route modeling, sporadic market potential, East Surabaya*