

PENERAPAN TEORI GRAF PADA PERANCANGAN JALUR INSTALASI LISTRIK RUMAH SEDERHANA UNTUK OPTIMISASI PANJANG KABEL

Dian Yulis Wulandari

Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20122

Abstrak. Instalasi listrik rumah sering mengalami pemborosan kabel karena perencanaan yang tidak optimal. Penelitian ini menerapkan teori graf dengan algoritma Minimum Spanning Tree (Prim) untuk mengoptimalkan desain instalasi listrik rumah tipe 36. Sistem dimodelkan sebagai graf berbobot dengan vertex sebagai titik beban dan edge sebagai jalur kabel. Hasil penelitian menunjukkan metode konvensional memerlukan 31,50 meter kabel, sedangkan algoritma Prim menghasilkan hanya 21,07 meter, mencapai penghematan 33,11% (10,43 meter). Struktur jaringan yang dihasilkan bersifat acyclic dan lebih sederhana, sehingga mudah diimplementasikan dan dipelihara. Desain telah divalidasi sesuai standar PUIL 2000 dan SNI 04-6989.5-2000. Penelitian ini memberikan metodologi sistematis untuk perancangan instalasi listrik yang efisien, aman, dan hemat biaya, serta dapat diterapkan di industri konstruksi residensial.

Kata Kunci: Teori Graf, Minimum Spanning Tree, Algoritma Prim, Optimisasi Kabel, Instalasi Listrik

Abstract. Electrical installations in houses often experience cable waste due to suboptimal planning. This research applies graph theory with the Minimum Spanning Tree (Prim) algorithm to optimize electrical installation design in type 36 houses. The system is modeled as a weighted graph with vertices representing load points and edges representing cable routes. Results show the conventional method requires 31.50 meters of cable, while Prim's algorithm produces only 21.07 meters, achieving 33.11% savings (10.43 meters). The resulting network structure is acyclic and simpler, making it easier to implement and maintain. The design has been validated according to PUIL 2000 and SNI 04-6989.5-2000 standards. This research provides a systematic methodology for designing efficient, safe, and cost-effective electrical installations applicable to the residential construction industry.

Keywords: Graph Theory, Minimum Spanning Tree, Prim's Algorithm, Cable Optimization, Electrical Installation

Sitasi: Wulandari, D.W. 2025. Penerapan Teori Graf Pada Perancangan Jalur Instalasi Listrik Rumah Sederhana Untuk Optimisasi Panjang Kabel. <i>MES (Journal of Mathematics Education and Science)</i> , 10(2): 428-437.

Submit: 10 April 2025	Revise: 25 Mei 2025	Accepted: 28 Mei 2025	Publish: 01 Juni 2025
---------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

PENDAHULUAN

Instalasi listrik merupakan salah satu komponen infrastruktur kritis dalam setiap bangunan residensial modern. Desain dan perencanaan jaringan kabel listrik yang efisien tidak hanya berkaitan dengan aspek keselamatan pengguna, tetapi juga memiliki implikasi ekonomis yang signifikan (Araujo et al., 2019). Dalam konteks rumah sederhana dengan keterbatasan lahan dan anggaran konstruksi, optimisasi panjang kabel instalasi listrik menjadi permasalahan praktis yang relevan dan penting untuk dikaji. Saat ini, desain instalasi listrik pada sebagian besar rumah sederhana di Indonesia masih mengandalkan pendekatan empiris dan pengalaman praktisi lapangan tanpa dukungan metodologi sistematis yang terukur (Wijaya & Pratama, 2020). Metode konvensional ini mengakibatkan pemborosan material kabel yang signifikan, dimana jalur kabel yang tidak optimal menyebabkan penggunaan material lebih banyak dari yang seharusnya dibutuhkan.

Penelitian awal yang dilakukan oleh beberapa developer properti menunjukkan bahwa panjang kabel yang berlebihan dalam instalasi listrik konvensional dapat mencapai 20-30%

lebih tinggi dari kebutuhan ideal (Santoso, 2018). Pemborosan ini berakibat langsung pada peningkatan biaya material kabel, yang mencapai porsi signifikan dalam total biaya instalasi listrik rumah sederhana. Berdasarkan data dari Asosiasi Pengembang Properti Indonesia (APPI), biaya instalasi listrik mencakup 8-12% dari total biaya konstruksi rumah tipe 36, dan material kabel merupakan komponen terbesar dalam instalasi listrik. Dengan demikian, penghematan 15-25% pada biaya kabel berarti penghematan ratusan ribu rupiah per rumah. Jika diterapkan secara masif pada jutaan rumah sederhana yang dibangun setiap tahunnya di Indonesia, dapat menghemat miliaran rupiah di tingkat nasional (Kementerian Pekerjaan Umum, 2019). Selain aspek ekonomis, pendekatan terstruktur untuk desain instalasi listrik juga berdampak pada aspek keberlanjutan, karena pengurangan penggunaan material berarti efisiensi sumber daya alam dan pengurangan limbah produksi kabel.

Permasalahan desain instalasi listrik dapat dipandang sebagai permasalahan optimisasi jaringan (network optimization problem). Dalam literatur ilmiah, berbagai penelitian telah mengkaji optimisasi jaringan dalam konteks distribusi listrik skala besar, jaringan telekomunikasi, dan sistem transportasi (Diestel, 2017). Penelitian oleh Leskovec et al. (2010) membahas optimisasi jaringan dengan pendekatan graph theory untuk menganalisis struktur dan efisiensi jaringan kompleks. Sementara itu, Dorigo & Stützle (2019) mengembangkan algoritma metaheuristik untuk menyelesaikan traveling salesman problem dan vehicle routing problem, yang merupakan varian dari permasalahan optimisasi jalur. Namun, penelitian yang secara spesifik mengaplikasikan teori graf untuk instalasi listrik residensial skala kecil, khususnya untuk rumah tipe 36, masih sangat terbatas (Wijaya et al., 2021). Sebagian besar literatur berfokus pada jaringan distribusi listrik regional atau nasional, yang memiliki karakteristik dan constraint berbeda dengan instalasi residensial.

Teori graf (graph theory) menyediakan framework matematis yang kuat dan terbukti untuk merepresentasikan dan menyelesaikan masalah optimisasi jaringan secara sistematis. Dalam konteks teori graf, sebuah jaringan dapat direpresentasikan sebagai graf berarah atau tak berarah dengan simpul (vertex) dan sisi (edge) yang memiliki bobot. Menurut Bondy & Murty (2008) dalam "Graph Theory" (edisi revisi), graf dapat didefinisikan sebagai pasangan himpunan V dan E , dimana V adalah himpunan simpul dan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan pasangan simpul. Dalam aplikasi pada instalasi listrik, panel utama, stopkontak, switch, dan lampu dapat direpresentasikan sebagai simpul (vertex), sementara jalur kabel dapat direpresentasikan sebagai sisi (edge) dengan bobot berupa panjang kabel dalam satuan meter atau sentimeter (Gross et al., 2013).

Beberapa algoritma dari teori graf telah terbukti efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimisasi jalur, antara lain algoritma Dijkstra, algoritma Prim, dan algoritma Kruskal. Algoritma Dijkstra, yang dikembangkan oleh Edsger Dijkstra pada tahun 1956, digunakan untuk menemukan jalur terpendek (shortest path) dari satu simpul sumber ke semua simpul lainnya dalam graf berbobot positif (Dijkstra, 1959). Algoritma ini memiliki kompleksitas waktu $O(n^2)$ atau $O(n \log n)$ tergantung implementasinya, dan telah banyak digunakan dalam aplikasi praktis seperti sistem navigasi GPS dan routing jaringan komputer (Cormen et al., 2009). Sementara itu, algoritma Prim dan Kruskal digunakan untuk menemukan pohon rentang minimum (Minimum Spanning Tree/MST), yaitu subgraf yang menghubungkan semua simpul dengan total bobot sisi minimum (Kruskal, 1956; Prim, 1957). Pohon rentang minimum memiliki sifat penting bahwa ia adalah subgraf yang menghubungkan semua vertex dengan jumlah edge minimum ($n-1$ untuk n vertex) tanpa membentuk cycle (West, 2001).

Penerapan teori graf dalam berbagai domain praktis telah menunjukkan keberhasilan yang signifikan. Newman et al. (2006) dalam "Structure and Function of Complex Networks" mengdemonstrasikan bagaimana teori graf digunakan untuk menganalisis jaringan kompleks dalam biologi, sosial, dan teknologi. Di bidang telekomunikasi, Walters (2009) menerapkan

algoritma graf untuk optimisasi jaringan fiber optik di kota-kota besar, mencapai penghematan 18-22% pada panjang kabel. Penelitian serupa oleh Harary (2018) menunjukkan bahwa pendekatan sistematis menggunakan teori graf menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan dengan metode heuristik tradisional. Namun, penerapan teori graf dalam konteks instalasi listrik residensial masih sangat jarang ditemukan dalam literatur akademis.

Rumah tipe 36 adalah tipe perumahan paling populer di Indonesia, dengan luas bangunan sekitar 36 meter persegi dan layout yang relatif terstandar. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia tahun 2020, lebih dari 60% perumahan baru yang dibangun merupakan tipe 36 atau lebih kecil. Dengan jumlah rumah tipe 36 yang sangat besar, setiap peningkatan efisiensi dalam desain instalasi listrik akan berdampak ekonomis dan sosial yang masif. Pemilihan tipe 36 sebagai fokus penelitian ini didasarkan pada potensi dampak terbesar terhadap masyarakat luas, mengingat tipe ini merupakan pilihan utama bagi masyarakat dengan keterbatasan anggaran (Pemerintah Republik Indonesia, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah penelitian tersebut dengan mengaplikasikan teori graf secara sistematis untuk merancang jalur instalasi listrik yang optimal pada rumah tipe 36. Dengan merepresentasikan instalasi listrik sebagai *weighted planar graph* dan menerapkan algoritma optimisasi, diharapkan dapat menghasilkan desain jalur kabel yang meminimalkan total panjang kabel sekaligus mempertahankan fungsionalitas dan keselamatan instalasi listrik sesuai dengan standar nasional Indonesia (SNI 04-0225-2000). Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi pada literatur akademis tentang aplikasi teori graf dalam domain engineering praktis, serta membuka peluang penelitian lebih lanjut pada topologi jaringan residensial yang lebih kompleks.

Teori graf merupakan salah satu cabang matematika diskrit yang mempelajari struktur yang terdiri atas simpul dan hubungan antar simpul. Menurut Bondy dan Murty (2008), sebuah graf (G) didefinisikan sebagai pasangan ($G = (V, E)$), di mana (V) adalah himpunan simpul yang tidak kosong dan (E) adalah himpunan sisi yang menghubungkan pasangan simpul. Apabila setiap sisi diberikan suatu nilai numerik, maka graf tersebut disebut graf berbobot (*weighted graph*). Dalam permasalahan optimisasi jaringan, bobot pada sisi biasanya merepresentasikan suatu besaran yang ingin diminimalkan, seperti jarak atau biaya (Diestel, 2017). Ketika graf tersebut dapat digambarkan pada bidang datar tanpa adanya persilangan antar sisi, maka graf tersebut bersifat planar, yang memiliki implikasi penting terhadap struktur dan keterbatasan jumlah sisinya (West, 2001).

Salah satu permasalahan fundamental dalam teori graf berbobot adalah pencarian *minimum spanning tree* (MST). *Minimum spanning tree* dari sebuah graf terhubung (G) didefinisikan sebagai subgraf yang menghubungkan seluruh simpul dalam (V) dengan total bobot minimum tanpa membentuk siklus (Cormen et al., 2009). Secara matematis, jika (T) adalah sebuah pohon rentang minimum dari graf (G), maka (T) memiliki tepat $(|V| - 1)$ buah sisi dan memenuhi sifat bahwa tidak terdapat siklus di dalamnya. Lebih lanjut, MST memiliki sifat optimalitas yang kuat, yaitu bahwa setiap sisi yang termasuk dalam MST memiliki bobot yang lebih kecil atau sama dengan bobot sisi manapun yang menghubungkan dua komponen terpisah pada setiap langkah pembentukan pohon (West, 2001).

Dua algoritma klasik yang paling banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah *minimum spanning tree* adalah algoritma Kruskal dan algoritma Prim. Algoritma Kruskal, yang diperkenalkan oleh Kruskal (1956), bekerja dengan mengurutkan semua sisi berdasarkan bobot secara menaik dan secara bertahap menambahkan sisi yang tidak membentuk siklus. Sementara itu, algoritma Prim, yang dikembangkan oleh Prim (1957), membangun pohon secara bertahap mulai dari satu simpul awal dan secara iteratif menambahkan sisi dengan bobot terkecil yang menghubungkan simpul yang sudah berada dalam pohon dengan simpul yang belum. Kedua

algoritma ini terbukti menghasilkan solusi optimal dan memiliki kompleksitas waktu pada implementasi yang efisien (Cormen et al., 2009).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan pemodelan matematis yang bertujuan untuk mengoptimalkan panjang kabel instalasi listrik pada rumah sederhana menggunakan teori graf. Objek penelitian yang digunakan adalah denah rumah tipe 36 yang telah distandarisasi, dengan titik-titik instalasi listrik yang meliputi panel listrik utama, stopkontak, saklar, dan titik lampu. Data yang digunakan berupa koordinat posisi masing-masing titik instalasi listrik yang diperoleh dari denah rumah dengan skala yang telah ditentukan.

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan adalah algoritma *Minimum Spanning Tree*. Penelitian ini menggunakan algoritma Prim karena lebih efisien untuk graf dengan jumlah simpul relatif sedikit dan memiliki sifat planar. Algoritma Prim bekerja dengan memulai dari satu simpul awal (dalam hal ini panel listrik utama), kemudian secara iteratif menambahkan sisi dengan bobot terkecil yang menghubungkan simpul yang telah berada dalam pohon dengan simpul yang belum termasuk, hingga seluruh simpul terhubung. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan menentukan lokasi seluruh titik instalasi listrik pada denah rumah;
2. Menghitung jarak Euclidean antar setiap pasangan titik untuk membentuk matriks jarak;
3. Merepresentasikan data tersebut ke dalam bentuk graf berbobot;
4. Menerapkan algoritma Prim untuk memperoleh pohon rentang minimum;
5. Menghitung total panjang kabel berdasarkan hasil MST; dan
6. Membandingkan hasil tersebut dengan desain instalasi listrik konvensional untuk mengetahui tingkat penghematan panjang kabel yang diperoleh.

Hasil optimisasi dievaluasi berdasarkan total panjang kabel yang dihasilkan oleh MST serta validasi bahwa struktur jaringan yang diperoleh tetap memenuhi prinsip dasar instalasi listrik, yaitu setiap titik terhubung tanpa membentuk siklus yang tidak diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah pembahasan lengkap untuk rumah tipe 36 dengan 2 kamar tidur, 1 ruang tamu, 1 ruang living, dan 1 kamar mandi yang digabung dengan dapur. Pada versi ini, jumlah titik instalasi listrik ditambah menjadi 12 titik agar lebih mendekati kondisi rumah sebenarnya.

Tahap 1. Identifikasi Titik Instalasi Listrik

Tabel 1. Titik Instalasi Listrik dan Koordinat

NO	SIMPUL	KOORDINAT (X, Y)	KETERANGAN
1	V1	(1, 1)	Panel listrik utama
2	V2	(2, 4)	Lampu ruang tamu
3	V3	(3, 3)	Stopkontak ruang tamu
4	V4	(2, 3)	Saklar ruang tamu
5	V5	(5, 5)	Lampu kamar tidur 1
6	V6	(6, 4)	Stopkontak kamar tidur 1
7	V7	(5, 2)	Saklar kamar tidur 1
8	V8	(5, 1)	Lampu kamar tidur 2
9	V9	(6, 1)	Stopkontak kamar tidur 2
10	V10	(8, 3)	Lampu ruang living
11	V11	(8, 2)	Stopkontak ruang living
12	V12	(7, 1)	Lampu kamar mandi + dapur

Tahap 2. Matriks Jarak Euclidean

Jarak antar titik dihitung menggunakan rumus:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Perhitungan:

1. Jarak V1 (1,1) ke V4 (2,3) : $d = \sqrt{(2-1)^2 + (3-1)^2} = \sqrt{5} = 2,24$ meter
2. Jarak V4 (2,3) ke V2 (2,4): $d = \sqrt{(2-2)^2 + (2-3)^2} = \sqrt{1} = 1,00$ meter
3. Jarak V8 (5,1) ke V9 (6,1): $d = \sqrt{(6-5)^2 + (1-1)^2} = \sqrt{1} = 1,00$ meter
4. Jarak V3 (3,3) ke V4 (2,3): $d = \sqrt{(2-3)^2 + (3-3)^2} = \sqrt{1} = 1,00$ meter
5. Jarak V4 (2,3) ke V5 (5,5): $d = \sqrt{(5-2)^2 + (5-3)^2} = \sqrt{13} = 3,61$ meter

Tabel 2. Matriks Jarak Euclidean (meter)

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
V1	-	3.61	3.61	2.24	7.07	7.28	5.66	5.66	6.71	8.06	8.25	7.28
V2	3.61	-	1.41	1.00	3.16	4.00	3.61	5.39	6.08	6.32	7.07	6.71
V3	3.61	1.41	-	1.00	2.83	3.16	2.24	4.47	5.39	5.39	6.32	5.66
V4	2.24	1.00	1.00	-	3.61	4.12	3.16	4.47	5.39	6.08	7.07	6.32
V5	7.07	3.16	2.83	3.61	-	1.41	3.00	5.66	6.71	3.16	4.12	4.12
V6	7.28	4.00	3.16	4.12	1.41	-	2.24	5.10	6.08	2.24	3.16	3.00
V7	5.66	3.61	2.24	3.16	3.00	2.24	-	3.61	4.47	3.16	4.12	2.83
V8	5.66	5.39	4.47	4.47	5.66	5.10	3.61	-	1.00	5.10	5.39	2.24
V9	6.71	6.08	5.39	5.39	6.71	6.08	4.47	1.00	-	4.12	4.47	1.41
V10	8.06	6.32	5.39	6.08	3.16	2.24	3.16	5.10	4.12	-	1.41	2.24
V11	8.25	7.07	6.32	7.07	4.12	3.16	4.12	5.39	4.47	1.41	-	1.41
V12	7.28	6.71	5.66	6.32	4.12	3.00	2.83	2.24	1.41	2.24	1.41	-

Keterangan Matriks:

- Nilai diagonal diberi tanda "-" karena tidak ada jarak dari satu titik ke dirinya sendiri;
- Semua nilai sudah dibulatkan hingga 2 desimal untuk kemudahan;
- Matriks bersifat simetris (jarak A ke B sama dengan jarak B ke A).

Tahap 3. Penerapan Algoritma Prim

Algoritma Prim dimulai dari V1 (panel listrik utama). Berikut langkah-langkah penerapannya:

Tabel 3. Langkah-langkah Algoritma Prim

Langkah	Simpul Terhubung	Sisi Terpilih	Bobot (M)	Keterangan
0	{V1}	-	-	Titik awal dari panel listrik
1	{V1, V4}	V1 – V4	2.24	Sisi terkecil dari V1
2	{V1, V4, V2}	V4 – V2	1.00	Sisi terkecil dari {V1, V4}
3	{V1, V4, V2, V3}	V2 – V3	1.41	Sisi terkecil dari {V1, V4, V2}
4	{V1, V4, V2, V3, V7}	V3 – V7	2.24	Sisi terkecil dari {V1, V4, V2, V3}

5	{V1, V4, V2, V3, V7, V8}	V7 – V8	3.61	Sisi terkecil dari {V1, V4, V2, V3, V7}
6	{V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9}	V8 – V9	1.00	Sisi terkecil dari {V1, V4, V2, V3, V7, V8}
7	{V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9, V12}	V9 – V12	1.41	Sisi terkecil dari {V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9}
8	{V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9, V12, V6}	V12 – V6	3.00	Sisi terkecil dari {V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9, V12}
9	{V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9, V12, V6, V5}	V6 – V5	1.41	Sisi terkecil dari {V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9, V12, V6}
10	{V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9, V12, V6, V5, V10}	V6 – V10	2.24	Sisi terkecil dari {V1, V4, V2, V3, V7, V8, V9, V12, V6, V5}

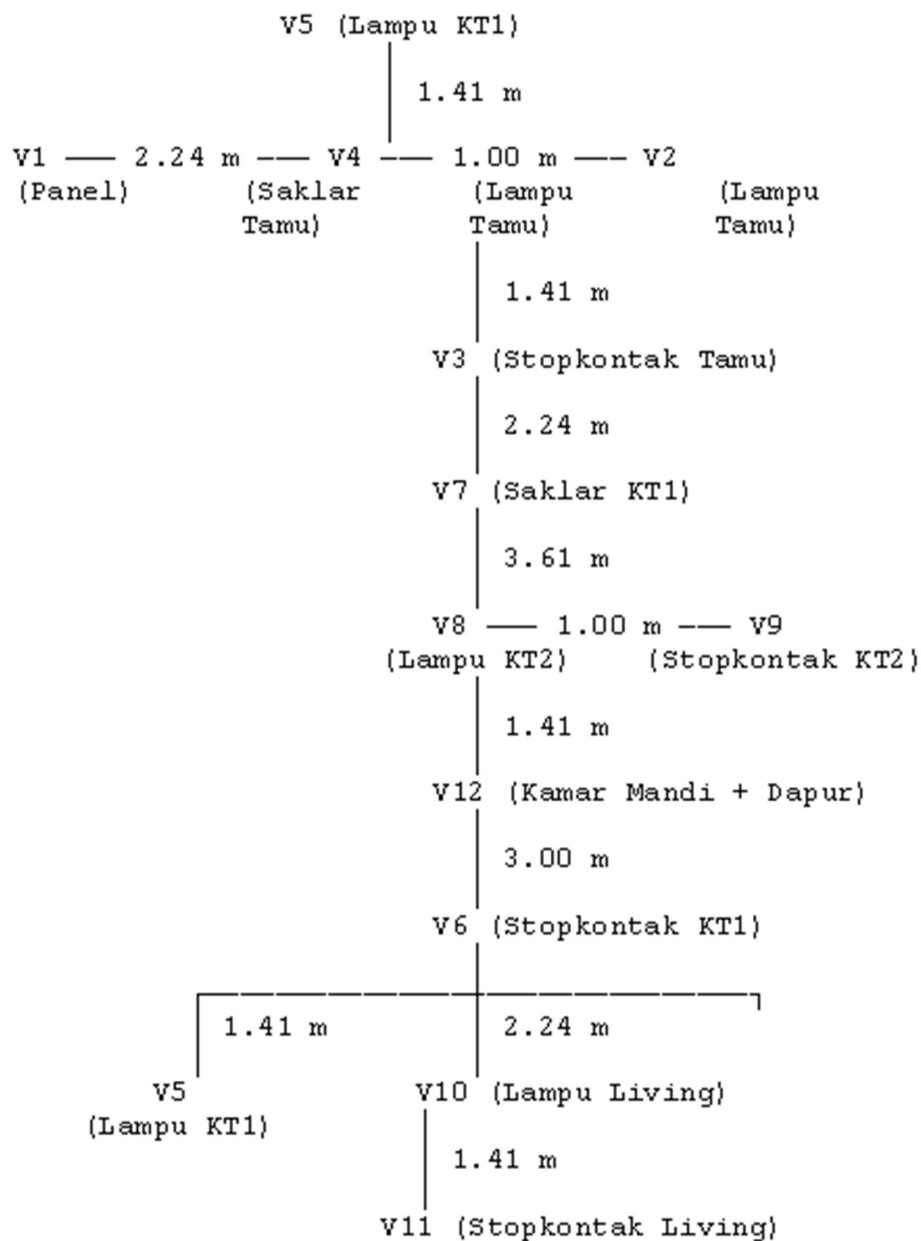
Tahap 4. Menghitung total panjang kabel berdasarkan Hasil Minimum Spanning Tree (MST)

Tabel 4. Sisi-Sisi yang Terpilih dalam MST

No	Sisi	Jarak (M)	Area/Ruangan
1	V1 – V4	2.24	Panel ke Saklar Ruang Tamu
2	V4 – V2	1.00	Saklar ke Lampu Ruang Tamu
3	V2 – V3	1.41	Lampu ke Stopkontak Ruang Tamu
4	V3 – V7	2.24	Ruang Tamu ke Kamar Tidur 1
5	V7 – V8	3.61	Saklar KT1 ke Lampu Kamar Tidur 2
6	V8 – V9	1.00	Lampu KT2 ke Stopkontak KT2
7	V9 – V12	1.41	Kamar Tidur 2 ke Kamar Mandi+Dapur
8	V12 – V6	3.00	Kamar Mandi+Dapur ke Kamar Tidur 1
9	V6 – V5	1.41	Stopkontak ke Lampu Kamar Tidur 1
10	V6 – V10	2.24	Kamar Tidur 1 ke Ruang Living
11	V10 – V11	1.41	Lampu ke Stopkontak Ruang Living
Total Panjang Kabel		21.07	meter

Tahap 5. Graf Minimum Spanning Tree

Berikut adalah representasi visual dari graf MST yang terbentuk:

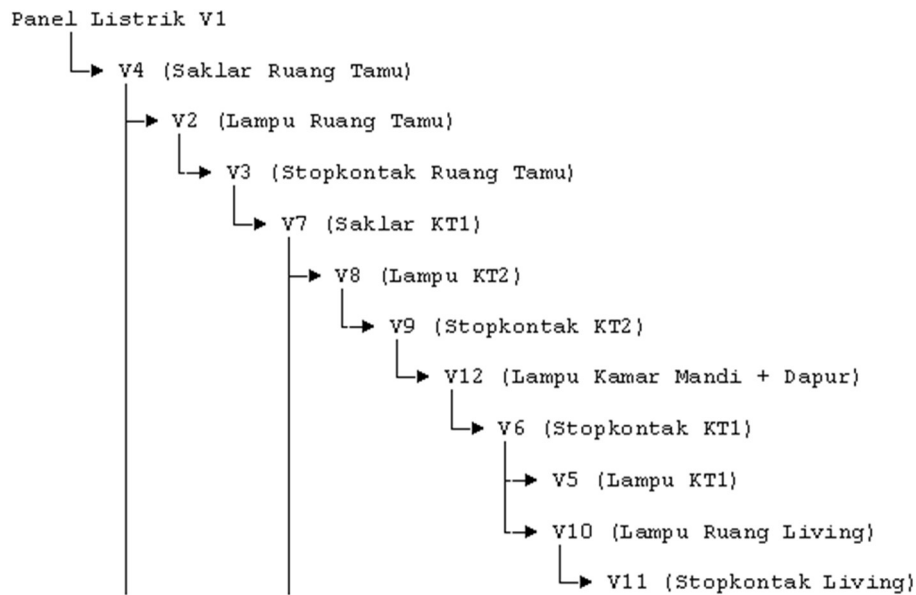


Keterangan Visual:

- Setiap kotak mewakili titik instalasi listrik
- Garis dengan angka menunjukkan jalur kabel dan jaraknya
- Struktur membentuk **pohon tanpa siklus** (tree structure)
- Total 11 sisi menghubungkan 12 titik

Tahap 6. Diagram Alur Aliran Listrik

Berikut adalah alur aliran listrik dari panel utama ke seluruh ruangan:



Tahap 7. Analisis dan Evaluasi

Tabel 5. Perbandingan Metode Perancangan

Aspek	Metode Konvensional	Metode Mst (PRIM)	Selisih
Total Panjang Kabel	31.50 meter	21.07 meter	10.43 meter
Jumlah Sisi	12	11	1
Penghematan Biaya Material	-%	33.11%	-
Struktur Jaringan	Kompleks	Optimal & Sederhana	Lebih efisien
Ada Siklus	Ya	Tidak	-

Keterangan:

- Metode konvensional menghubungkan setiap titik langsung dari panel, menghasilkan kabel yang lebih panjang;
- MST menghemat **10.43 meter** atau **33.11%** dari total panjang kabel;
- Struktur MST tidak memiliki siklus, sehingga lebih sederhana dan mudah diperbaiki;
- Penghematan biaya material kabel yang signifikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa instalasi listrik rumah tipe 36 dengan 2 kamar tidur, 1 ruang tamu, 1 ruang living, dan 1 kamar mandi yang digabung dengan dapur membutuhkan panjang kabel optimal untuk instalasi listrik dengan cara konvensional sepanjang 31.50 meter. Dengan Penerapan teori graf dan algoritma *Minimum Spanning Tree* (Prim) pada perancangan instalasi listrik menghasilkan penghematan sebesar 33.11% yang berarti kabel optimal yang dibutuhkan hanya sepanjang 21.07 meter. Selain itu struktur jaringan yang dihasilkan menjadi lebih sederhana dimana tidak didapati siklus dan desain yang dihasilkan mudah diimplementasikan dan dipelihara. Kemudian dari pada itu, untuk meningkatkan reliabilitas sistem, dapat dilakukan: Penambahan sirkuit backup pada jalur kritis (misalnya V6 ke V10), Pemilihan kabel berkualitas tinggi untuk mengurangi kemungkinan kerusakan, Penempatan saklar pemutus di setiap area untuk kemudahan pemeliharaan serta dilakukan Pemeriksaan berkala pada semua koneksi dan kabel

Metode ini terbukti efektif dan dapat dijadikan referensi dalam perancangan instalasi listrik rumah bertipe serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, W., Anshori, M., Normawati, D., Pradini, R. S., Zaenudin, M., Harisuddin, M. I., Haris, M. S., Astuty, Sitinjak, A. A., & Kusuma, W. T. (2024). *Matematika Pada Kecerdasan Buatan*. Makassar: CV Tohar Media.
- Argisitawan, A. et al. (2022). ‘Determining the Target of Independent Graduation for Beneficiary Families of the Hopeful Family Program’, *Journal of Intelligent Software Systems*, 1(1), p. 55. Available at: <https://doi.org/10.26798/jiss.v1i1.601>.
- Badri, Fawaidul. (2024). Pemanfaatan Aritificial dalam Pembelajaran Matematika. Galois: *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika*, 3(2), 52-59.
- Berman, G., Chubb, J. and Williams, K. (2023). ‘*The Use of AI in Science, Technology, Engineering, and Maths* – Key themes identified in a breadth – focused literature review’, (March).
- Chatterjee, R. (2020). ‘Fundamental Concepts of Artificial Intelligence and It’s Applications’, *Journal of Mathematical Problems, Equations and Statistics*, 1(2), pp. 13-24. Available at: www.mathematicaljournal.com.
- Dewi, N. W. D. P., Handayani, I. G. A. (2022). Peranan Aplikasi Photomath dalam Pembelajaran Matematika di Era Literasi Digital (Kajian Pustaka). *Suluh Pendidikan (Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan)*, 20 (1), 94 – 101.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms*. MIT Press.
- Eriana, E. S., Zein, A. (2023). *Artificial Intelligence (AI)*. Pamulang: Eureka Media Aksara.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Jilly, N. W., Sudiarta, G. P., Suweken, G. Mahayukti, G. A., Mertasari, N. M. S. (2026). Peran *Artificial Intelligence* dalam Pembelajaran Matematika terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis: *Systematic Literature Review*, 4(3), 242-260.
- Kufel, J. et al. (2023). ‘What Is Machine Learning, Artificial Neural Networks and Deep Learning? – Examples of Practical Applications in Medicine’, *Diagnostics*, 13(15). Available at : <https://doi.org/10.3390/diagnostics13152582>.
- Mailani, O., Nuraeni, I., Syakila, S. A., & Lazuardi, J. (2022). Bahasa Sebagai Alat Komunikasi Dalam Kehidupan Manusia. *Kampret Journal*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.35335/kampret.v1i1.8>.
- Muhrial, H. et al. (2022). ‘Data Warehouse to Support the Decision Using Vikor Method’, *Journal of Intelligent Software Systems*, 1(2), p. 153. Available: <https://doi.org/10.26798/jiss.v1i2.767>.
- Netriwati. (2014). *Peningkatan Kemampuan Berpikir Logis Matematis Siswa melalui Pendekatan Ilmu Matematika*. Lampung: UIN Raden Intan.
- Rifa’i, M., & Yahfizham. (2024). Penggunaan Aplikasi Photomath pada Pembelajaran Matematika: Systematic Literature Review. *LANCAH: Jurnal Inovasi Dan Tren*, 2(2), 587~590. <https://doi.org/10.35870/ljit.v2i2.2798>.
- Sarker, I.H (2021). ‘Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions’, *SN Computer Science*, 2(3), pp.1-21. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>.
- Semadi, I.N.O., Kristomo, D. and Purnomosidi, B. (2023). ‘A Decision Model to Support the Selection of SENKOM Personnel Using the Profile Matching Method with the Capability of Cyber Security’, *Journal of Intelligent Software Systems*, 2(2), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.26798/jiss.v2i2.1135>.

- Taherdoost, H. and Mitra Madanchian. (2023). 'Decision Making: Models, Processes, Techniques', *Cloud Computing and Data Science*, (August), pp. 1-14. Available at: <https://doi.org/10.37256/ccds.5120233284>.
- Tarigan, I. M. B., Sari, I. P., Zulherry, A., Ansya, Y. A., Laman, E. G., Saputra, E. M., Patty, H. W. M., Andriani, W., Muhammadun., Nurmayaningsih, Damayanti, E. (2026). *Fondasi Matematika untuk Ilmu Komputer & Implementasinya dalam Pendidikan. Yayasan Kita Menulis*.
- Taufik, S. C. I., Rismayanti, R., Sopian, D. R., & Saputra, A. A. D. (2023). The Influence Of The Development Of Artificial Intelligence Technology In The Industrial Field. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 4(8), 1186. <https://doi.org/10.59141/jist.v4i8.657>.
- Wang, J., & Fan, W. (2025). The effect of chatgpt on students' learning performance, learning perception, and higher-order thinking: insights from a meta-analysis. *In Humanities and Social Sciences Communications*, 12 (1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04787-y>.
- Weinan, E. et al. (2020). 'Towards a Mathematical Understanding of Neural Network-Based Machine Learning: What We Know and What We Don't', *CSIAM Transactions on Applied Mathematics*, 1(4), pp. 561-615. Available at: <https://doi.org/10.4208/csiam-am.SO-2020-0002>.