



PENERAPAN ALGORITMA PRIM DAN KRUSKAL DALAM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PAMDES TIRTOSARI KALURAHAN SENDANGSARI

APPLICATION OF PRIM AND KRUSKAL ALGORITHMS IN PAMDES TIRTOSARI CLEAN WATER DISTRIBUTION NETWORK SENDANGSARI VILLAGE

Azis Putra Setyawan*, Program Studi Matematika Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

Musthofa, Program Studi Matematika Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*e-mail korespondensi: azisputra.2021@student.uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menggunakan graf untuk memodelkan data jaringan pipa distribusi PAMDes Tirtosari, dengan jaringan pipa sebagai sisi dan sambungan antar rumah sebagai simpul. Algoritma Prim dan Kruskal diterapkan untuk memperoleh jaringan pipa optimal berdasarkan bobot di Padukuhan Gatak. Selanjutnya dilakukan analisis efektivitas dari segi biaya untuk memastikan perubahan jaringan pipa layak dilakukan. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dijadikan sebagai perencanaan untuk pembentukan jaringan pipa di Padukuhan Jetis Depok. Penelitian ini menghasilkan jaringan pipa optimal di Padukuhan Gatak dengan 105 titik, 104 sisi, dan panjang total 2.382 m menggunakan Algoritma Prim dan Kruskal yang sama-sama efektif. Jaringan pipa optimal mengurangi panjang pipa sebesar 356 m, menghemat biaya pipa dan perawatan sejumlah Rp 1.950.400 dalam satu tahun sehingga perubahan jaringan pipa dinilai layak. Untuk perencanaan jaringan pipa ke Padukuhan Jetis Depok yang belum teraliri, kedua algoritma menghasilkan jaringan optimal sepanjang 1.120 m.

Kata kunci: Algoritma Kruskal, Algoritma Prim, Distribusi, Jaringan Pipa, PAMDes Tirtosari.

Abstract

This research uses a graph to model the distribution pipeline data of PAMDes Tirtosari, with pipelines as edges and connections between houses as vertices. Prim and Kruskal Algorithms are applied to obtain the optimal pipe network based on the weights in Gatak Hamlet. Furthermore, a cost-effectiveness analysis was conducted to ensure that changes to the pipe network were feasible. Based on this, it can be used as a plan for the formation of a pipe network in Jetis Depok Hamlet. This research resulted in an optimal pipe network in Gatak Hamlet with 105 points, 104 sides, and a total length of 2.382 m using Prim and Kruskal Algorithms which are both effective. The optimal pipe network reduces the length of the pipe by 356 m, saves the cost of pipes and maintenance of Rp 1.950.400 in one year so that changes in the pipe network are considered feasible. For pipe network planning to Jetis Depok Hamlet that has not been connected, both algorithms produce an optimal network of 1.120 m long.

Keywords: Kruskal Algorithm, Prim Algorithm, Distribution, pipe network, PAMDes Tirtosari.

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Ketersediaan air bersih memengaruhi kualitas hidup, kesehatan, dan produktivitas masyarakat (Dairi, 2022). Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air Pasal 6, negara menjamin hak rakyat atas air bersih untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari yang cukup, berkualitas baik, aman, terjangkau, dan berkelanjutan. Namun, tantangan dalam pengelolaan dan pendistribusian air bersih sering kali dihadapi oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), salah satunya di Kabupaten Sleman.

Menurut Media Digital (2023) pada tahun 2023, PDAM Kabupaten Sleman memiliki 42.700 pelanggan yang tersebar di 17 kapanewon, termasuk Kapanewon Minggir. Namun, seperti pada Lugas Subarkah (2023) gangguan seperti pembersihan rutin pipa sering menyebabkan terganggunya aliran air bersih, mengakibatkan ketidaknyamanan bagi masyarakat. Sebagai langkah alternatif, Kalurahan Sendangsari mendirikan Perusahaan Air

Minum Desa (PAMDes) Tirtosari melalui Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Sari Mumpuni untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat secara mandiri. Hingga saat ini, PAMDes Tirtosari melayani 721 pelanggan di 11 dari 12 padukuhan yang ada di Kalurahan Sendangsari, Kapanewon Minggir, Kabupaten Sleman. Namun, jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari masih dibangun dengan konsep sederhana tanpa perencanaan optimal sehingga belum ada perhitungan yang efektif untuk memaksimalkan pembangunan jaringan pipa tersebut.

Teori graf merupakan ilmu matematika yang dapat digunakan dalam pembangunan jaringan pipa yang optimal. Menurut (Ilahy et al., 2023) graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan dari $(V(G), E(G))$, dimana $V(G)$ merupakan himpunan tak kosong dari simpul sedangkan $E(G)$ merupakan himpunan dari simpul. Jaringan pipa distribusi air bersih yang terpasang dapat dinyatakan dalam graf yang terhubung, tidak berarah, dan memiliki bobot, dimana kedua ujung dari pipa dinyatakan sebagai simpul V dan panjang pipa air dinyatakan dengan bobot dari sisi E (Sinaga et al., 2023). Untuk menghasilkan jaringan pipa yang optimal diperlukan bobot seminimum mungkin pada tiap sisi pada graf.

Salah satu cara untuk dapat meminimumkan bobot pada graf adalah dengan mencari pohon rentang minimum. Siahaan & Rarasati (2024) mengungkapkan suatu graf terhubung berbobot yang dikenal sebagai Pohon Merentang Minimum atau *Minimum Spanning Tree* dimana semua simpul terhubung tanpa terbentuk sirkuit apa pun dan bobot yang sesedikit mungkin. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan optimasi jaringan pipa berbasis pohon rentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) Beberapa algoritma, termasuk Algoritma Prim, Algoritma Kruskal, Algoritma Dijkstra, dan Algoritma Boruvka, dapat digunakan untuk mencari pohon rentang minimum. Dalam mencari pohon rentang minimum, masing-masing algoritma ini tentu memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri.

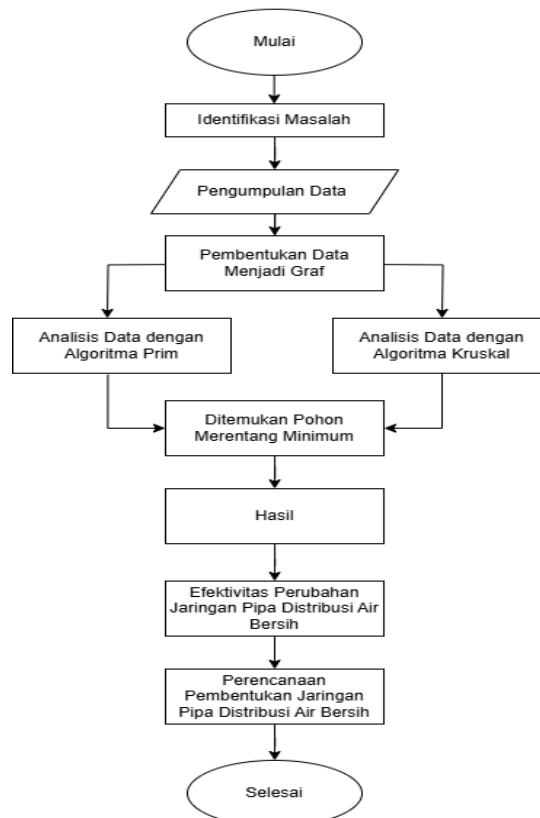
Berbagai penelitian menunjukkan relevansi algoritma ini dalam menyelesaikan masalah optimasi jaringan. Penelitian Marpaung dan Arnita (2020) membandingkan Algoritma Prim dan Boruvka, dengan kesimpulan bahwa Algoritma Prim lebih efisien hingga 8,34 kali. Christin dan Riti (2023) membandingkan Algoritma Dijkstra dan Kruskal, menunjukkan bahwa Dijkstra lebih cepat dalam menentukan rute terpendek, namun Algoritma Kruskal memberikan solusi yang akurat untuk pohon rentang minimum.

Penelitian lainnya oleh Irawan (2021) menerapkan pohon rentang minimum dalam perencanaan titik akses Wi-Fi gratis, menunjukkan efisiensi biaya pemasangan perangkat. Syamsuddin Mas'ud (2023) menggunakan Algoritma Prim untuk optimasi distribusi gas LPG, yang berhasil mengurangi jarak tempuh dan waktu distribusi. Ruhimat et al. (2024) menggunakan Algoritma Kruskal untuk optimasi jaringan intranet, menghasilkan pengurangan panjang kabel hingga 73,3 meter.

Berdasarkan adanya beberapa penelitian tersebut, penulis tertarik untuk menentukan *minimum spanning tree* berdasarkan kuantitas bobot yang dihasilkan dengan menerapkan Algoritma Prim dan Algoritma Kruskal. Penelitian ini memanfaatkan informasi mengenai panjang jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari. Penulis ingin mencari pohon merentang minimum jaringan pipa PAMDes Tirtosari dengan memanfaatkan data dari jaringan pipa tersebut. Berdasarkan bobot panjang pipa yang digunakan, maka dilakukan pencarian pohon merentang minimum untuk memaksimalkan pemanfaatan jaringan pipa pada PAMDes Tirtosari. Hal ini tentunya dilakukan untuk menekan biaya-biaya yang akan dikeluarkan dengan serta melakukan analisis efektivitas dari segi biaya perubahan jaringan pipa baru yang dihasilkan. Selain itu, mengingat di Kalurahan Sendangsari baru 11 dari 12 padukuhan yang ada teraliri oleh PAMDes Tirtosari maka jika terbukti penggunaan Algoritma Prim dan Kruskal optimal dan efektif dari segi biaya maka hal ini dapat sebagai perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih pada lokasi lain yang akan datang.

METODE

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari PAMDes Tirtosari Kalurahan Sendangsari. Data ini mencakup peta jaringan pipa pada PAMDes Tirtosari seperti panjang pipa dan titik-titik sambungan pipa ke rumah pelanggan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni pencarian pohon merentang minimum menggunakan Algoritma Prim dan Kruskal. Langkah-langkah yang diambil untuk menyelesaikan penelitian ini dapat dilihat secara skematik pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir langkah-langkah penelitian

Berdasarkan Gambar 1, langkah-langkah penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Identifikasi masalah pada jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak, Kalurahan Sendangsari, Kapanewon Minggir, Kabupaten Sleman.
2. Pengumpulan data jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari.
3. Pembentukan graf awal dari data yang diperoleh pada jaringan pipa distribusi air bersih di Padukuhan Gatak.
4. Analisis jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak menggunakan Algoritma Prim.
5. Analisis jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak menggunakan Algoritma Prim.
6. Menentukan pohon merentang minimum yang dihasilkan Algoritma Prim dan Kruskal.
7. Perolehan hasil jaringan pipa jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak yang optimal.
8. Analisis efektivitas perubahan jaringan pipa di Padukuhan Gatak.
9. Perencanaan pembentukan jaringan pipa di padukuhan belum teraliri yakni Padukuhan Jetis Depok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Jaringan pipa distribusi air bersih yang akan diteliti merupakan jaringan pipa PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak dimana Setiap simpul atau titik mewakili satu rumah pelanggan yang dalam hal ini dilambangkan dengan v_i . Berikut ini merupakan data berupa bobot panjang jaringan pipa PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak sebagai berikut:

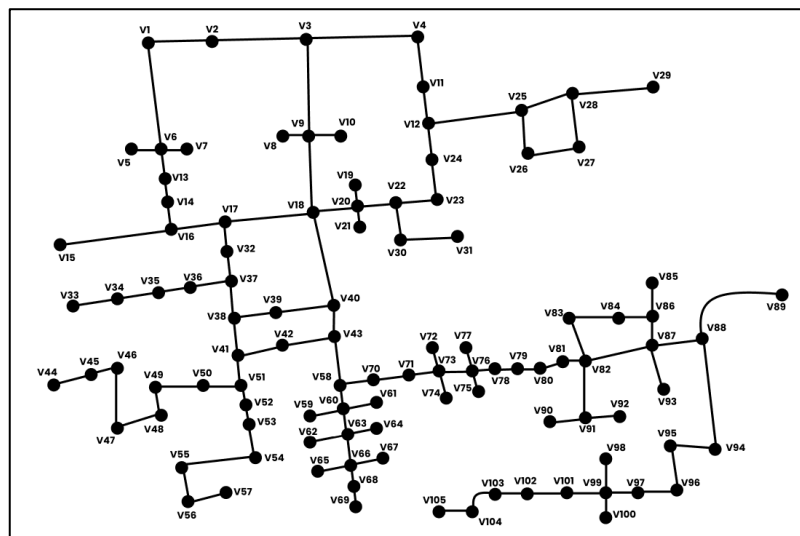
Tabel 1. Data Bobot Panjang Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih pada PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak Kalurahan Sendangsari

No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)	No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)
1	$v_1 - v_2$	42	56	$v_{50} - v_{51}$	28
2	$v_1 - v_6$	59	57	$v_{51} - v_{52}$	11
3	$v_2 - v_3$	58	58	$v_{52} - v_{53}$	9
4	$v_3 - v_4$	77	59	$v_{53} - v_{54}$	56
5	$v_3 - v_9$	21	60	$v_{54} - v_{55}$	26
6	$v_4 - v_{11}$	21	61	$v_{55} - v_{56}$	17
7	$v_5 - v_6$	23	62	$v_{56} - v_{57}$	15
8	$v_6 - v_7$	19	63	$v_{58} - v_{60}$	35
9	$v_6 - v_{13}$	17	64	$v_{58} - v_{70}$	17
10	$v_8 - v_9$	18	65	$v_{59} - v_{60}$	24
11	$v_9 - v_{10}$	23	66	$v_{60} - v_{61}$	24
12	$v_9 - v_{18}$	71	67	$v_{60} - v_{63}$	32
13	$v_{11} - v_{12}$	15	68	$v_{62} - v_{63}$	21
14	$v_{12} - v_{24}$	25	69	$v_{63} - v_{64}$	23
15	$v_{12} - v_{25}$	41	70	$v_{63} - v_{66}$	11
16	$v_{13} - v_{14}$	10	71	$v_{65} - v_{66}$	19
17	$v_{14} - v_{16}$	18	72	$v_{66} - v_{67}$	13
18	$v_{15} - v_{16}$	42	73	$v_{66} - v_{68}$	11
19	$v_{16} - v_{17}$	48	74	$v_{68} - v_{69}$	18
20	$v_{17} - v_{18}$	73	75	$v_{70} - v_{71}$	20
21	$v_{17} - v_{32}$	17	76	$v_{71} - v_{73}$	12
22	$v_{18} - v_{20}$	22	77	$v_{72} - v_{73}$	9
23	$v_{18} - v_{40}$	30	78	$v_{73} - v_{74}$	13
24	$v_{19} - v_{20}$	13	79	$v_{73} - v_{76}$	23
25	$v_{20} - v_{21}$	19	80	$v_{75} - v_{76}$	22
26	$v_{20} - v_{22}$	29	81	$v_{76} - v_{77}$	17
27	$v_{22} - v_{23}$	21	82	$v_{76} - v_{78}$	11
28	$v_{22} - v_{30}$	27	83	$v_{78} - v_{79}$	13
29	$v_{23} - v_{24}$	20	84	$v_{79} - v_{80}$	13
30	$v_{25} - v_{26}$	30	85	$v_{80} - v_{81}$	14
31	$v_{25} - v_{28}$	15	86	$v_{81} - v_{82}$	29
32	$v_{26} - v_{27}$	16	87	$v_{82} - v_{83}$	25
33	$v_{27} - v_{28}$	18	88	$v_{82} - v_{91}$	24
34	$v_{28} - v_{29}$	25	89	$v_{82} - v_{87}$	55

No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)	No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)
35	$v_{30} - v_{31}$	31	90	$v_{83} - v_{84}$	32
36	$v_{32} - v_{37}$	27	91	$v_{84} - v_{86}$	23
37	$v_{33} - v_{34}$	18	92	$v_{86} - v_{85}$	30
38	$v_{34} - v_{35}$	17	93	$v_{86} - v_{87}$	22
39	$v_{35} - v_{36}$	13	94	$v_{87} - v_{88}$	20
40	$v_{36} - v_{37}$	23	95	$v_{87} - v_{93}$	21
41	$v_{37} - v_{38}$	10	96	$v_{88} - v_{89}$	42
42	$v_{38} - v_{39}$	38	97	$v_{88} - v_{94}$	48
43	$v_{38} - v_{41}$	39	98	$v_{90} - v_{91}$	11
44	$v_{39} - v_{40}$	50	99	$v_{91} - v_{92}$	17
45	$v_{40} - v_{43}$	16	100	$v_{94} - v_{95}$	29
46	$v_{41} - v_{42}$	43	101	$v_{95} - v_{96}$	34
47	$v_{41} - v_{51}$	13	102	$v_{96} - v_{97}$	24
48	$v_{42} - v_{43}$	37	103	$v_{97} - v_{99}$	21
49	$v_{43} - v_{58}$	23	104	$v_{98} - v_{99}$	31
50	$v_{44} - v_{45}$	12	105	$v_{99} - v_{100}$	12
51	$v_{45} - v_{46}$	10	106	$v_{99} - v_{101}$	27
52	$v_{46} - v_{47}$	15	107	$v_{101} - v_{102}$	19
53	$v_{47} - v_{48}$	22	108	$v_{102} - v_{103}$	10
54	$v_{48} - v_{49}$	26	109	$v_{103} - v_{104}$	23
55	$v_{49} - v_{50}$	12	110	$v_{104} - v_{105}$	14

Graf Awal

Setelah diketahui jaringan pipa yang sudah terpasang, maka selanjutnya adalah pembentukan graf awal untuk pengoptimalan jaringan distribusi air di Padukuhan Gatak Kalurahan Sendangsari yang digambarkan sebagai berikut:

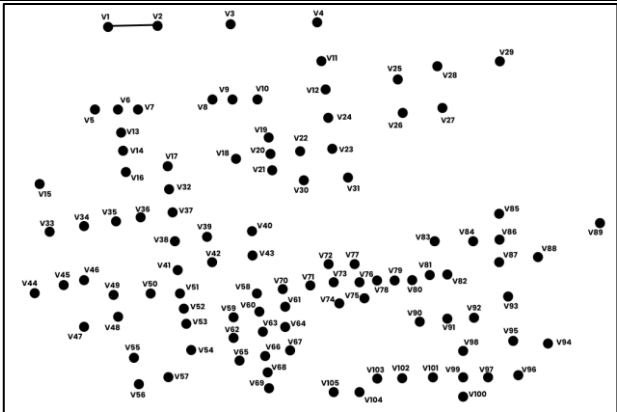
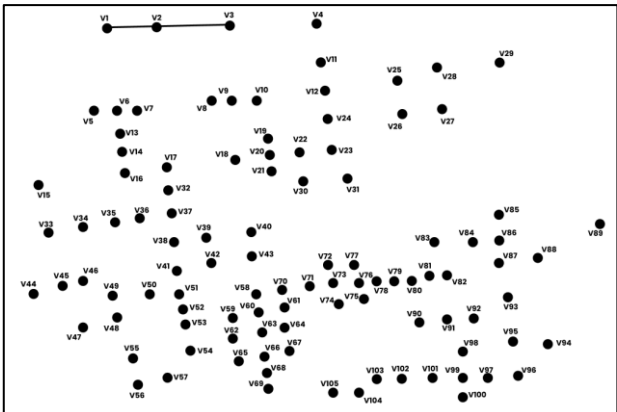
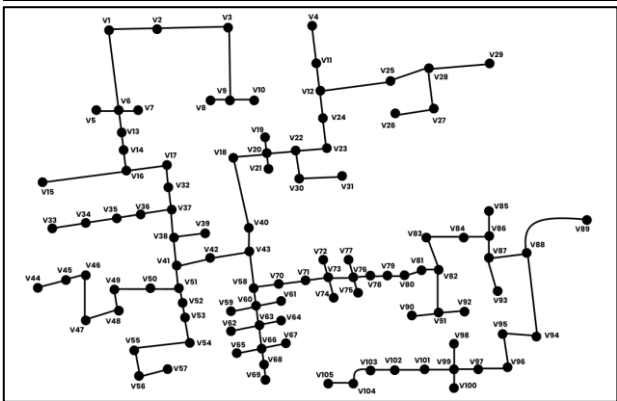


Gambar 2. Graf Awal Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih pada PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak Kalurahan Sendangsari

Pencarian Pohon Merentang Minimum Menggunakan Algoritma Prim

Berikut ini langkah-langkah yang dilakukan untuk mencari pohon merentang minimum menggunakan Algoritma Prim:

Tabel 2. Perhitungan Data Menggunakan Algoritma Kruskal

Iterasi	Sisi yang ditambahkan	Bobot (panjang dalam m) yang terpilih	Graf
1	Memilih sisi $v_1 - v_2$ sebagai sisi pertama.	42 dan iterasi berlanjut hingga pohon merentang minimum terbentuk.	
2	$v_2 - v_3$ dipilih karena sisi dengan bobot terkecil yang insidensi dengan $V(T(Graf))$	58 dan iterasi berlanjut hingga pohon merentang minimum terbentuk.	
104	Dengan cara yang sama iterasi hingga 104 $v_{56} - v_{57}$ dipilih karena sisi dengan bobot terkecil yang insidensi dengan $V(T(Graf))$	15 dan iterasi selesai karena pohon merentang minimum terbentuk.	

Perhitungan Data dengan Algoritma Kruskal

Berikut ini langkah-langkah yang dilakukan untuk mencari pohon merentang minimum menggunakan Algoritma Kruskal:

1. Urutkan sisi graf pada Tabel 1 dari bobot yang terkecil hingga yang terbesar, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Urutan Sisi Graf dari Bobot Terkecil hingga Terbesar

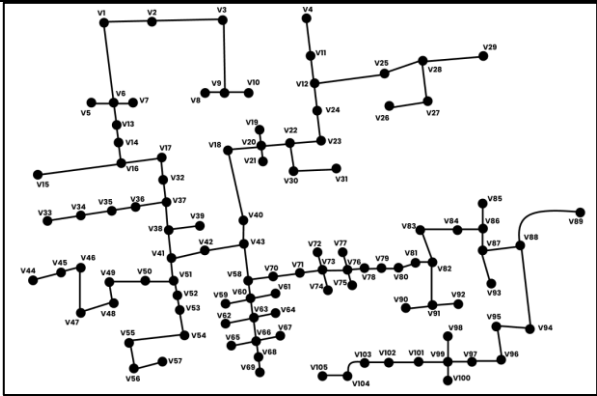
No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)	No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)
1	$v_{52} - v_{53}$	9	56	$v_{18} - v_{20}$	22
2	$v_{72} - v_{73}$	9	57	$v_{47} - v_{48}$	22
3	$v_{13} - v_{14}$	10	58	$v_{75} - v_{76}$	22
4	$v_{37} - v_{38}$	10	59	$v_{86} - v_{87}$	22
5	$v_{45} - v_{46}$	10	60	$v_5 - v_6$	23
6	$v_{102} - v_{103}$	10	61	$v_9 - v_{10}$	23
7	$v_{51} - v_{52}$	11	62	$v_{36} - v_{37}$	23
8	$v_{63} - v_{66}$	11	63	$v_{43} - v_{58}$	23
9	$v_{66} - v_{68}$	11	64	$v_{63} - v_{64}$	23
10	$v_{76} - v_{78}$	11	65	$v_{73} - v_{76}$	23
11	$v_{90} - v_{91}$	11	66	$v_{84} - v_{86}$	23
12	$v_{44} - v_{45}$	12	67	$v_{103} - v_{104}$	23
13	$v_{49} - v_{50}$	12	68	$v_{59} - v_{60}$	24
14	$v_{71} - v_{73}$	12	69	$v_{60} - v_{61}$	24
15	$v_{99} - v_{100}$	12	70	$v_{82} - v_{91}$	24
16	$v_{19} - v_{20}$	13	71	$v_{96} - v_{97}$	24
17	$v_{35} - v_{36}$	13	72	$v_{12} - v_{24}$	25
18	$v_{41} - v_{51}$	13	73	$v_{28} - v_{29}$	25
19	$v_{66} - v_{67}$	13	74	$v_{82} - v_{83}$	25
20	$v_{73} - v_{74}$	13	75	$v_{48} - v_{49}$	26
21	$v_{78} - v_{79}$	13	76	$v_{54} - v_{55}$	26
22	$v_{79} - v_{80}$	13	77	$v_{22} - v_{30}$	27
23	$v_{80} - v_{81}$	14	78	$v_{32} - v_{37}$	27
24	$v_{104} - v_{105}$	14	79	$v_{99} - v_{101}$	27
25	$v_{11} - v_{12}$	15	80	$v_{50} - v_{51}$	28
26	$v_{25} - v_{28}$	15	81	$v_{20} - v_{22}$	29
27	$v_{46} - v_{47}$	15	82	$v_{81} - v_{82}$	29
28	$v_{56} - v_{57}$	15	83	$v_{94} - v_{95}$	29
29	$v_{26} - v_{27}$	16	84	$v_{18} - v_{40}$	30
30	$v_{40} - v_{43}$	16	85	$v_{25} - v_{26}$	30
31	$v_6 - v_{13}$	17	86	$v_{86} - v_{85}$	30
32	$v_{17} - v_{32}$	17	87	$v_{30} - v_{31}$	31
33	$v_{34} - v_{35}$	17	88	$v_{98} - v_{99}$	31
34	$v_{55} - v_{56}$	17	89	$v_{60} - v_{63}$	32
35	$v_{58} - v_{70}$	17	90	$v_{83} - v_{84}$	32
36	$v_{76} - v_{77}$	17	91	$v_{95} - v_{96}$	34
37	$v_{91} - v_{92}$	17	92	$v_{58} - v_{60}$	35
38	$v_8 - v_9$	18	93	$v_{42} - v_{43}$	37
39	$v_{14} - v_{16}$	18	94	$v_{38} - v_{39}$	38
40	$v_{27} - v_{28}$	18	95	$v_{38} - v_{41}$	39
41	$v_{33} - v_{34}$	18	96	$v_{12} - v_{25}$	41
42	$v_{68} - v_{69}$	18	97	$v_1 - v_2$	42

No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)	No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)
43	$v_6 - v_7$	19	98	$v_{15} - v_{16}$	42
44	$v_{20} - v_{21}$	19	99	$v_{88} - v_{89}$	42
45	$v_{65} - v_{66}$	19	100	$v_{41} - v_{42}$	43
46	$v_{101} - v_{102}$	19	101	$v_{16} - v_{17}$	48
47	$v_{23} - v_{24}$	20	102	$v_{88} - v_{94}$	48
48	$v_{70} - v_{71}$	20	103	$v_{39} - v_{40}$	50
49	$v_{87} - v_{88}$	20	104	$v_{82} - v_{87}$	55
50	$v_3 - v_9$	21	105	$v_{53} - v_{54}$	56
51	$v_4 - v_{11}$	21	106	$v_2 - v_3$	58
52	$v_{22} - v_{23}$	21	107	$v_1 - v_6$	59
53	$v_{62} - v_{63}$	21	108	$v_9 - v_{18}$	71
54	$v_{87} - v_{93}$	21	109	$v_{17} - v_{18}$	73
55	$v_{97} - v_{99}$	21	110	$v_3 - v_4$	77

2. Pilih sisi yang mempunyai panjang minimum tetapi tidak membentuk sirkuit di dalam graf. Lalu tambahkan sisi ke dalam graf.
3. Ulangi langkah 2 sampai pohon merentang minimum terbentuk.

Tabel 4. Perhitungan Data menggunakan Algoritma Kruskal

Iterasi	Sisi yang ditambahkan	Bobot terpilih	Graf
1	$v_{52} - v_{53}$ dipilih karena sisi tersebut tidak membentuk sirkuit, maka ditambahkan ke dalam graf.	9 dan iterasi berlanjut hingga pohon merentang minimum terbentuk.	

Iterasi	Sisi yang ditambahkan	Bobot terpilih	Graf
3	Dengan yang hingga 104 $v_1 - v_6$ karena tersebut membentuk sirkuit, ditambahkan dalam graf.	cara sama iterasi pohon merentang minimum telah terbentuk.	

Hasil

Berdasarkan hasil perhitungan jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak menggunakan Algoritma Prim dan Kruskal, diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan Bobot Total Panjang Pipa

No	Jaringan Pipa	Total Panjang Pipa (m)
1	Awal	2738
2	Algoritma Prim	2382
3	Algoritma Kruskal	2382

Selanjutnya dari Tabel 5 disimpulkan bahwasannya algoritma baik Algoritma Prim maupun Kruskal dalam distribusi air pada jaringan pipa PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak Kalurahan Sendangsari keduanya optimal.

Efektivitas Biaya Penerapan Jaringan Distribusi Air Bersih Baru PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak

Berdasarkan perhitungan Algoritma Prim dan Kruskal pada jaringan pipa distribusi air bersih di Padukuhan Gatak, kedua algoritma menghasilkan jaringan pipa yang lebih optimal. Selain menentukan optimalisasi jaringan, analisis ini juga mengkaji kelayakan implementasi algoritma dari segi efektivitas biaya perubahan jalur pipa distribusi air bersih di Padukuhan Gatak. Adapun analisis efektivitas biaya perubahan jalur pipa sebagai berikut:

1. Data yang diperoleh
 - a. Biaya Pembongkaran Pipa
Biaya pembongkaran per meter: Rp 24.400
 - b. Biaya Perawatan Jaringan
Biaya perawatan jaringan awal per tahun: Rp 897.800
Biaya perawatan jaringan baru per tahun: Rp 781.000
 - c. Harga Pipa Baru
Harga pipa HDPE 2” per meter: Rp 29.500
 - d. Pendapatan Jaringan Lama
Pendapatan dari jaringan lama per tahun: Rp 22.615.500

2. Perhitungan Biaya

- a. Panjang Pipa yang Dibongkar
 Panjang pipa lama: 2.738 m
 Panjang pipa baru: 2.382 m
 Panjang pipa yang dibongkar:
 $2.738\text{ m} - 2.382\text{ m} = 356\text{ m}$
- b. Biaya Pembongkaran
 $356\text{ m} \times \text{Rp } 24.400 = \text{Rp } 8.686.400$
- c. Penghematan Biaya Perawatan
 Biaya perawatan jaringan lama: $\text{Rp } 897.800$ per tahun
 Biaya perawatan jaringan baru: $\text{Rp } 781.000$ per tahun
 Penghematan tahunan:
 $\text{Rp } 897.800 - \text{Rp } 781.000 = \text{Rp } 116.800$
- d. Manfaat Pemanfaatan Kembali Pipa Lama
 Panjang pipa yang dapat dimanfaatkan kembali: 356 meter
 Nilai ekonomis pipa lama:
 $356\text{ m} \times \text{Rp } 29.500 = \text{Rp } 10.520.000$
- e. Total Manfaat Tahunan
 Efisiensi biaya perawatan dan nilai ekonomis pipa lama:
 $\text{Rp } 116.800 + \text{Rp } 10.520.000 = \text{Rp } 10.636.800$
- f. Keuntungan
 Biaya pembongkaran: $\text{Rp } 8.686.400$
 Total manfaat tahunan: $\text{Rp } 10.636.800$
 Keuntungan yang diperoleh:
 $\text{Rp } 10.636.800 - \text{Rp } 8.686.400 = \text{Rp } 1.950.400$

3. Hasil yang diperoleh

Berdasarkan analisis efektivitas biaya perubahan jaringan pipa, terdapat beberapa keuntungan yang dapat diperoleh keuntungan sebesar $\text{Rp } 1.950.400$ sehingga perubahan jaringan pipa distribusi air bersih pada Padukuhan Gatak efektif dan layak dilakukan dari segi biaya.

Perencanaan Pembentukan Jaringan Distribusi Air Bersih dari PAMDes Tirtosari ke Padukuhan Jetis Depok

Telah dibuktikan bahwa dengan Algoritma Prim dan Kruskal menghasilkan panjang jaringan pipa yang lebih efisien dibandingkan dengan jaringan pipa yang saat ini ada pada Padukuhan Gatak. Sebagai hasilnya, Padukuhan Jetis Depok dapat menggunakan algoritma yang sama ini sebagai panduan saat membuat jaringan distribusi baru.

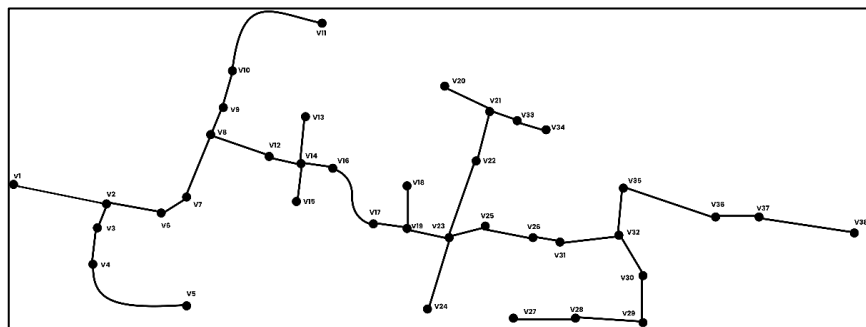
Pemetaan jaringan menggunakan bobot panjang sisi dari simpul v_i , yang merepresentasikan titik-titik rumah pelanggan potensial di Padukuhan Jetis Depok yang belum teraliri PAMDes Tirtosari atau PDAM. Data yang diperoleh sebagai berikut.

Tabel 6. Data Bobot Panjang Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih pada PAMDes Tirtosari di Padukuhan Jetis Depok Kalurahan Sendangsari

No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)	No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)
1	$v_1 - v_2$	50	20	$v_{20} - v_{21}$	39
2	$v_2 - v_3$	19	21	$v_{21} - v_{22}$	31
3	$v_2 - v_6$	32	22	$v_{22} - v_{23}$	41
4	$v_3 - v_4$	21	23	$v_{23} - v_{24}$	44

No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)	No	Sisi	Bobot (panjang dalam m)
5	$v_4 - v_5$	52	24	$v_{23} - v_{25}$	19
6	$v_6 - v_7$	18	25	$v_{25} - v_{26}$	26
7	$v_7 - v_8$	47	26	$v_{26} - v_{31}$	14
8	$v_8 - v_9$	12	27	$v_{27} - v_{28}$	30
9	$v_8 - v_{12}$	32	28	$v_{28} - v_{29}$	45
10	$v_9 - v_{10}$	20	29	$v_{29} - v_{30}$	38
11	$v_{10} - v_{11}$	54	30	$v_{30} - v_{32}$	29
12	$v_{12} - v_{14}$	16	31	$v_{31} - v_{32}$	28
13	$v_{14} - v_{13}$	30	32	$v_{32} - v_{35}$	32
14	$v_{14} - v_{15}$	20	33	$v_{33} - v_{21}$	19
15	$v_{14} - v_{16}$	19	34	$v_{33} - v_{34}$	15
16	$v_{16} - v_{17}$	36	35	$v_{35} - v_{36}$	48
17	$v_{17} - v_{19}$	24	36	$v_{36} - v_{37}$	23
18	$v_{19} - v_{18}$	25	37	$v_{37} - v_{38}$	50
19	$v_{19} - v_{23}$	22			

Menggunakan metode Algoritma Prim dan Kruskal yang sama dengan pembentukan jaringan pipa distribusi air bersih PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak, diperoleh jaringan pipa di Padukuhan Jetis Depok dengan total kebutuhan panjang pipa sebesar 1120 m sebagai berikut.



Gambar 3. Graf Jaringan Pipa PAMDes Tirtosari Padukuhan Jetis Depok Setelah Pohon Merentang Minimum Diperoleh dengan Algoritma Prim dan Kruskal

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai optimalisasi jaringan distribusi air bersih menggunakan Algoritma Prim dan Kruskal pada PAMDes Tirtosari di Kalurahan Sendangsari, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan data berupa 105 titik, 104 sisi, dan 104 iterasi, dengan total panjang jaringan pipa sebesar 2382 meter, baik menggunakan Algoritma Prim maupun Kruskal. Maka kedua algoritma efektif digunakan untuk menyelesaikan masalah optimalisasi jaringan pipa PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak Sendangsari.
2. Berdasarkan perbandingan antara Algoritma Prim dan Kruskal, keduanya menghasilkan jaringan pipa baru yang optimal untuk jaringan pipa distribusi air bersih pada PAMDes Tirtosari di Padukuhan Gatak, Kalurahan Sendangsari.
3. Efektivitas perubahan jaringan pipa dengan algoritma Prim dan Kruskal mengurangi panjang pipa sebesar 356 m, menghasilkan keuntungan dari penghematan biaya pipa dan

perawatan sebesar Rp 1.950.400. Berdasarkan hal tersebut maka perubahan jaringan pipa distribusi air bersih di Padukuhan Gatak efektif dan layak untuk dilakukan.

4. Algoritma Prim dan Kruskal menghasilkan jaringan optimal sepanjang 1.120 m untuk perencanaan pembentukan jaringan distribusi air bersih dari PAMDes Tirtosari ke padukuhan yang belum teraliri yakni Padukuhan Jetis Depok.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini khususnya kepada PAMDes Tirtosari Kelurahan Sendangsari dan seluruh dosen Departemen Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya hingga terselesainya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, N. T., Novianti, F., & Yasmin, Y. R. A. (2024). Minimum Spanning Tree Rute Shopping Mall Di Surabaya Menggunakan Algoritma Prim. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 11(1), 10–18. <https://doi.org/10.31316/jderivat.v11i1.4955>
- Anwar, U. A., Kristiana, A. I., Fatahillah, A., Dafik, D., & Alfarisi, R. (2021). Pewarnaan Ketakteraturan Lokal Inklusif pada Keluarga Graf Pohon Tree. *Cgant Journal of Mathematics and Applications*, 2(1), 24–30. <https://doi.org/10.25037/cgantjma.v2i1.49>
- Ar Ruhimat, Q. A., Slamin, S., & Malinda, A. (2024). Efektivitas Algoritma Kruskal dalam Mengoptimalkan Jalur Terpendek pada Jaringan Intranet. *JSN : Jurnal Sains Natural*, 2(3), 59–67. <https://doi.org/10.35746/jsn.v2i3.546>
- Barahama, R. M., Montolalu, C. E. J. C., & Tumilaar, R. (2021). Eksentrisitas Digraf pada Graf Gir Menggunakan Algoritma Breadth First Search. *D'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 10(1), 31–36. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian/article/view/32995>
- Buhaerah, Busrah, Z., & Sanjaya, H. (2019). Teori Graf dan Aplikasinya. In *Living Spiritual Quotient*.
- Christin, E. Y., & Riti, Y. F. (2023). Perbandingan Penerapan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Kruskal untuk Menentukan Rute Terpendek dari Taman Puspa Garden Menuju SMAN 4 Sidoarjo Abstrak yang cocok digunakan pada graf yang memiliki sisi sedikit dan memiliki banyak simpul. 9(1), 425–439.
- Dili, Y. N., Wulan, E. R., & Ilahi, F. (2021). Solusi optimal dengan pendekatan Minimum Spanning Tree (MST) menggunakan algoritma kruskal dan algoritma prim. *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 6, 44–50.
- Ilahy, W. I., Ahmad, M., & Hartono, B. P. (2023). Optimasi Jaringan Distribusi Air di Desa Gombolharjo Menggunakan Algoritma Prim. *Journal of Mathematics Education and Science*, 6(2), 177–183. <https://doi.org/10.32665/james.v6i2.1896>
- Juliangkary, E., & Pujilestari, P. (2022). Penggunaan Modul Teori Graph Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Graph Dan Jenis-Jenis Graph. *JUPE : Jurnal Pendidikan Mandala*, 7(4), 1097–1099. <https://doi.org/10.58258/jupe.v7i4.4553>
- Kusmira, M., & Taufiqurrochman. (2017). Pemanfaatan Aplikasi Graf Pada Pembuatan Jalur Angkot 05 Tasikmalaya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 11, 1–6.
- Kusnadi, K., Gata, W., & Nova Arviantino, F. (2022). Aplikasi Algoritma Kruskal dan Sollin Pada Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sulawesi Selatan. *Metik Jurnal*, 6(1), 8–17. <https://doi.org/10.47002/metik.v6i1.260>
- Lubis, H., & Srisulistiowati, D. B. (2021). Algoritma Prim Dan Kruskal Dalam Mencari Minimum Spanning Tree Pada Bahasa Pemrograman C. *Jurnal Sistem Informasi Universitas Suryadarma*, 8(2). <https://doi.org/10.35968/jsi.v8i2.711>
- Lusiani, A., Sartika, E., Habinuddin, E., Binarto, A., & Azis, I. (2021). Algoritma Prim dalam Penentuan Lintasan Terpendek dan Lintasan Tercepat pada Pendistribusian Logistik Bulog Jawa Barat. *Prosiding The 12 Th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*, 673–677.
- Made Ayu Ulandari, N., Amrullah, A., Junaidi, J., & Subarinah, S. (2021). Implementasi Algoritma

- Kruskal Dalam Menentukan Rute Terdekat Pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Tengah. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 1(4), 578–589. <https://doi.org/10.29303/griya.v1i4.117>
- Makalew, R. A. M., Montolalu, C. E. J. C., Mananohas, L., Artikel, I., & Kunci, K. (2020). Lintasan Hamiltonian pada Graf 4-Connected A B S T R A K. : : *Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 9(2). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian>
- Marpaung, F., & Arnita. (2020). Comparative of prim's and boruvka's algorithm to solve minimum spanning tree problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1462(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1462/1/012043>
- Prof. Hasmawati, M. S. (2016). Bahan Ajar Teori Graf. *Jurnal Matematika*, Mkb 7056, 1–101.
- Rahayuningsih, S. (2018). Teori Graph dan Penerapannya. *Program Studi Pendidikan Matematika IKIP Budi Utomo Malang*, 1–151. <https://sriahayuningsih82.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/02/buku-ajar-teori-graph.pdf>
- Richasanty, S., & Ira, Z. (2021). Pengefisiensian Penyaluran Barang dan Rute Pengiriman Ekspedisi JNE dengan Aplikasi Graf. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, volume 5 n(ISSN: 2548-9771/EISSN: 2549-7200), 99–109.
- Rizkha Mardhatillah. (2022). *Multi Proximity: Jurnal Statistika Universitas Jambi Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terdekat di Fakultas Universitas Jambi Kampus Pinang Masak Implementation of Kruskal ' s Algorithm in Determining the Nearest Route at the Faculty o*. 1(2), 71–81.
- Robin J. Wilson. (1998). *Intoduction to Graph Theory*.
- Saragih, N. S. (2023). *Penerapan Algoritma Boruvka Pada Jaringan Listrik (Studi Kasus Pada Kelurahan Tanjung Pinggir Kecamatan Siantar Martoba)*. 2(2), 284–292.
- Sinaga, I. S., Rarasati, N., Syafmen, W., & Kholijah, G. (2023). Mst Dalam Perencanaan Jaringan Pipa Air Minum Dengan Perbandingan Matriks Ketetanggaan Berbobot Dan Algoritma Sollin. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 9(2), 179. <https://doi.org/10.24853/fbc.9.2.179-196>
- Singal, R. Z., & Jamal, N. A. (2022). Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus Desa Panca Agung Kabupaten Bulungan). *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, 8(2), 108–119. <https://doi.org/10.47521/selodangmayang.v8i2.262>