

PENERAPAN HIMPUNAN DOMINASI PADA GRAF UNTUK OPTIMALISASI PEMBOCORAN PIPA AIR MINUM DI KELURAHAN KALABAH BARAT

Landerius Maro^{1*}, Karo M. T. Djaha²

Program Studi Matematika, Universitas Tribuana Kalabahi, Indonesia

*E-mail: landeriusmaro@gmail.com

ABSTRAK

The very high population development has a direct impact on the need for drinking water in the West Kalabahi Village area. This triggers competition between communities in the effort to obtain drinking water, namely by leaking drinking water pipes that house the community without caring about each other. This study aims to optimize the leakage of drinking water pipes in the pipeline network in the West Kalabahi Village area by applying the domination setting on the graph. The piping network that is used according to actual conditions then applied to the graph form then looks for set dominance to get the final minimum domination. The results of this study are in the form of optimum total leak points for drinking water pipes that is previously the total leak points were 276 points which dominated 536 houses and after applying the domination set the total leak points were reduced to 177 points which dominated 536 houses in Kelurahan Kalabahi Barat.

Keyword: *Dominating number, Drinking water pipe leaks.*

PENDAHULUAN

Teori graf merupakan pokok bahasan yang sudah tua usianya namun memiliki banyak terapan sampai saat ini. Graf digunakan untuk merepresentasikan objek – objek diskrit dan hubungan antara objek – objek tersebut [6]. Teori graf menjadi salah satu alat bantu yang banyak digunakan untuk memberikan gambaran suatu permasalahan sehingga dapat memudahkan untuk dimengerti, dipahami dan diselesaikan. Suatu graf $G = (V(G), E(G))$ terdiri dari 2 himpunan berhingga yaitu : $V(G)$, adalah himpunan vertex atau simpul (*vertex*), biasa dinotasikan dengan V saja yaitu himpunan tak kosong dari simpul – simpul; dan $E(G)$, adalah himpunan sisi (*edge*), biasanya dinotasikan dengan E saja yaitu himpunan (mungkin kosong) dari sisi yang menghubungkan sepasang simpul [2].

Salah satu konsep yang dipelajari dalam teori graf adalah himpunan dominasi. Himpunan dominasi merupakan sebuah himpunan titik $D \subseteq V$ dalam sebuah graf $G = (V, E)$ yang memiliki ketentuan bahwa setiap titik $v \in V - D$ bertetangga dengan sekurang – kurangnya satu titik di dalam D . Bilangan dominasi $\gamma(G)$ adalah kardinalitas minimum dari sebuah himpunan dominasi dari G [4]. Studi tentang himpunan dominasi dimulai pada abad ke-19, dan sejak saat itu, himpunan dominasi digunakan untuk banyak aplikasi yang berbeda, diantaranya untuk memodelkan keterkaitan pada jaringan komunikasi komputer, teori jejaring sosial, dan masalah serupa lainnya. Pengkajian tentang himpunan dominasi dari graf khusus dan graf hasil operasinya telah dilakukan dan memperoleh beberapa hasil, diantaranya bilangan dominasi pada graf lintasan (P_n), graf siklus (C_n) dan graf lengkap (K_n), penjumlahan graf $K_3 + C_n$ dan $K_3 + P_n$,

¹Dosen Program Studi Matematika Universitas Tribuana Kalabahi

²Mahasiswa Program Studi Matematika Universitas Tribuana Kalabahi

perkalian graf $C_n \times P_n$, korona graf $C_n \odot K_n$, dan shackle graf K_n, n [1].

Penerapan himpunan dominasi mencakup banyak aplikasi, salah satunya adalah masalah jaringan perpipaan air minum. Air merupakan salah satu kebutuhan pokok makhluk hidup yang penting, tanpa air semua makhluk hidup akan mati. Dalam kehidupan sehari – hari manusia membutuhkan air. Karena itu, perlu adanya sistem penyediaan air minum yang dapat memenuhi kebutuhan manusia dalam suatu wilayah. Air minum yang digunakan harus memenuhi standar kualitas agar air minum tersebut dapat dimanfaatkan. Sumber air dapat diperoleh dengan berbagai macam cara, salah satu cara yang digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup adalah mengadakan jalur perpipaan air minum.

Persoalan pada air minum menjadi salah satu alternatif utama sekaligus menjadi salah satu permasalahan mendasar bagi wilayah atau kabupaten/kota yang sedang berkembang. Kalabahi Barat merupakan salah satu dari 16 desa dan kelurahan yang berada di Kecamatan Teluk Mutiara, Kabupaten Alor, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kalabahi Barat memiliki sumber air yang ditransmisi atau disalurkan melalui jaringan perpipaan. Dalam menyalurkan atau mentransmisikan air melalui jaringan perpipaan, terdapat beberapa permasalahan yang mengakibatkan debit air yang disalurkan di setiap rumah tidak tersalurkan dengan baik.

Permasalahan – permasalahan pada penyaluran air minum melalui jaringan perpipaan dapat dilihat dan dirasakan langsung oleh warga masyarakat Kelurahan Kalabahi Barat. Permasalahan – permasalahan tersebut meliputi : meluasnya pemukiman masyarakat sehingga mengakibatkan penyaluran air minum tidak merata, terjadi kebocoran dan penyumbatan pada jaringan perpipaan baik itu secara disengaja maupun tidak disengaja. Hal tersebut mengakibatkan masalah kekurangan air bagi masyarakat yang jauh dari sumber air karena semakin jauh jarak rumah dengan sumber air atau semakin banyaknya cabang yang dilalui maka akan mempengaruhi jumlah pasokan air yang semakin kecil ke rumah – rumah masyarakat [8].

Sebagai upaya menyelesaikan masalah tersebut, perlu direncanakan adanya penerapan jalur perpipaan agar sumber air yang sudah ada dapat tersalur dengan baik, sehingga masyarakat dapat memenuhi kebutuhan air minum secara optimal. Salah satu cara untuk melakukan optimalisasi jaringan perpipaan yaitu dengan menerapkan teori graf, khususnya penerapan himpunan dominasi untuk mengoptimalkan titik pembocoran pipa air minum. Penerapan ini dilakukan pada satu titik sesuai dengan penerapan himpunan dominasi, kemudian disalurkan ke titik – titik lain yang didominasinya, sehingga air yang disalurkan melalui jaringan perpipaan tidak terbatas pada kebocoran dan semakin meluasnya pemukiman warga, namun dapat tersalur dengan baik di setiap rumah sehingga memberikan dampak positif bagi masyarakat, yaitu pemerataan dan optimalisasi penggunaan air minum sehingga tidak terjadi kesenjangan baik itu dari aspek sosial maupun ekonomi.

Penelitian terkait optimalisasi jaringan perpipaan air minum telah banyak dilakukan di antaranya : “Aplikasi algoritma Kruskal dalam pengoptimalan panjang pipa”[7], “Aplikasi algoritma Kruskal dan pembuatan saluran air PDAM di wilayah KLU”[3], dan “Penerapan konsep himpunan dominasi pada teori graf untuk optimalisasi jumlah kebocoran pipa air minum di Desa Mausamang, Kabupaten Alor” [5]. Ketiga penelitian tersebut berhasil menyelesaikan masalah optimalisasi jaringan perpipaan yang selanjutnya menjadi rekomendasi bagi pemerintah wilayah atau lembaga yang menjadi objek penelitian. Kendati demikian, penelitian untuk menyelesaikan masalah jaringan perpipaan air minum di wilayah Kelurahan Kalabahi Barat belum pernah dilakukan, sehingga perlu adanya suatu penelitian untuk menyelesaikan masalah

tersebut.

Berdasarkan uraian masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jumlah pembocoran pipa air minum di wilayah Kelurahan Kalabahi Barat, sehingga adanya pemerataan dalam pembagian jalur perpipaan dan debit air akan terus bertahan bahkan sampai pada titik rumah masyarakat yang paling ujung dilewati jalur perpipaan tersebut.

METODE PENELITIAN

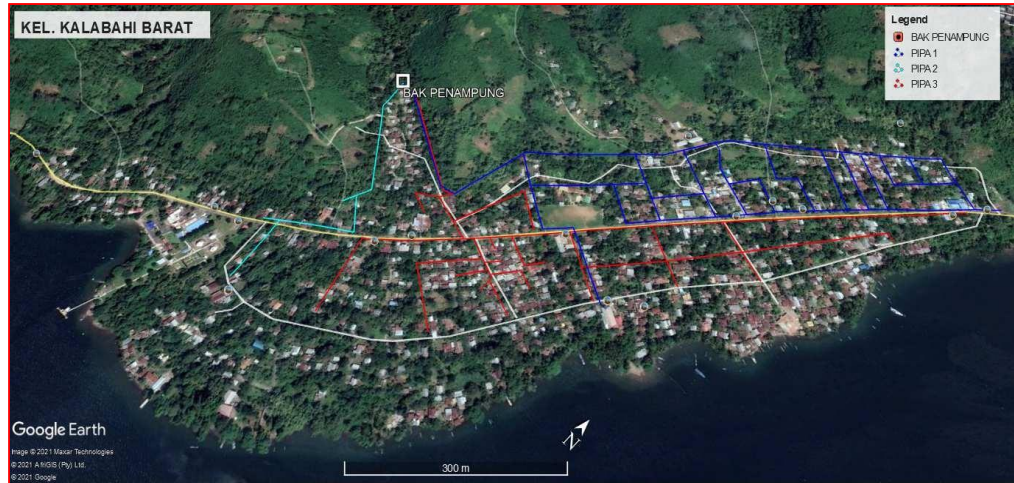
Tempat pelaksanaan penelitian ini berlokasi di Kelurahan Kalabahi Barat, Kecamatan Teluk Mutiara, Kabupaten Alor, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif merupakan penelitian yang mempunyai tujuan untuk mendeskripsikan suatu fenomena, peristiwa, gejala, dan kejadian yang terjadi secara faktual, sistematis, serta akurat. Fenomena dapat berupa bentuk, aktivitas, hubungan, karakteristik, serta persamaan maupun perbedaan antar fenomena. Metode penelitian deskriptif kuantitatif bertujuan untuk menjelaskan suatu fenomena dengan menggunakan angka yang menggambarkan karakteristik subjek yang diteliti. Adapun teknik yang akan dilakukan dalam penelitian ini diuraikan dalam langkah – langkah berikut ini: 1) Menggambar jaringan perpipaan air minum, letak rumah masyarakat terhadap jaringan perpipaan, dan jarak antar rumah masyarakat, 2) Menentukan ketetanggaan antar rumah masyarakat dengan syarat dua atau lebih rumah dikatakan bertetangga apabila jaraknya tidak lebih dari 7 meter (≤ 7 meter), 3) Merepresentasikan jaringan perpipaan yang diperoleh ke dalam bentuk graf dengan mempertimbangkan ketetanggaan, 4) Menentukan himpunan dominasi dari graf yang terbentuk, 5) Memastikan bilangan dominasi dari graf tersebut. 6) Membuat solusi dari permasalahan dalam bentuk gambar jaringan perpipaan dengan mempertimbangkan himpunan dan bilangan dominasi yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Jaringan Awal Perpipaan

Berdasarkan data peta distribusi jaringan perpipaan air wilayah Kel. Kalabahi Barat dan data jaringan pipa yang diperoleh dari Pemerintah Kel. Kalabahi Barat kemudian disusun gambar jaringan dari data tersebut dengan bantuan *google earth*. Dalam penelitian ini penyebaran jaringan hanya terbatas pada daerah yang telah ditentukan yaitu wilayah – wilayah di Kel. Kalabahi Barat yang memperoleh distribusi jaringan perpipaan yang masih berfungsi (proses distribusi air dalam keadaan normal). Berikut data yang telah diperoleh dapat dilihat pada gambar 1

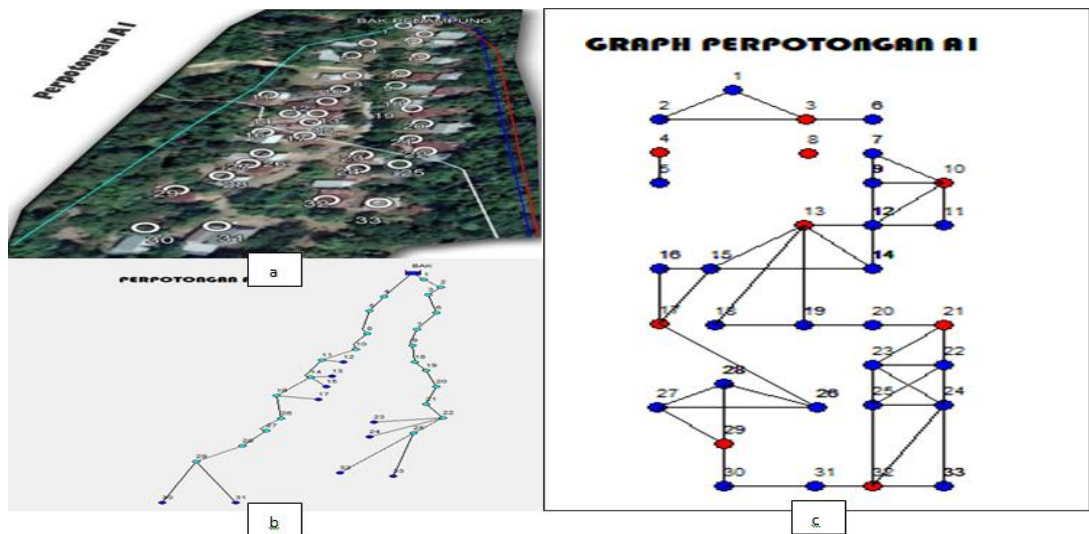


Gambar 1. Peta Jaringan Perpipaan Kel. Kalabahi Barat

Berdasarkan gambar 1 di atas dan sesuai dengan hasil observasi di lapangan, diketahui terdapat 3 (tiga) jalur pipa air minum (masing – masing berwarna hijau, biru dan merah) dengan jumlah titik kebocoran pipa sebanyak 276 titik kebocoran.

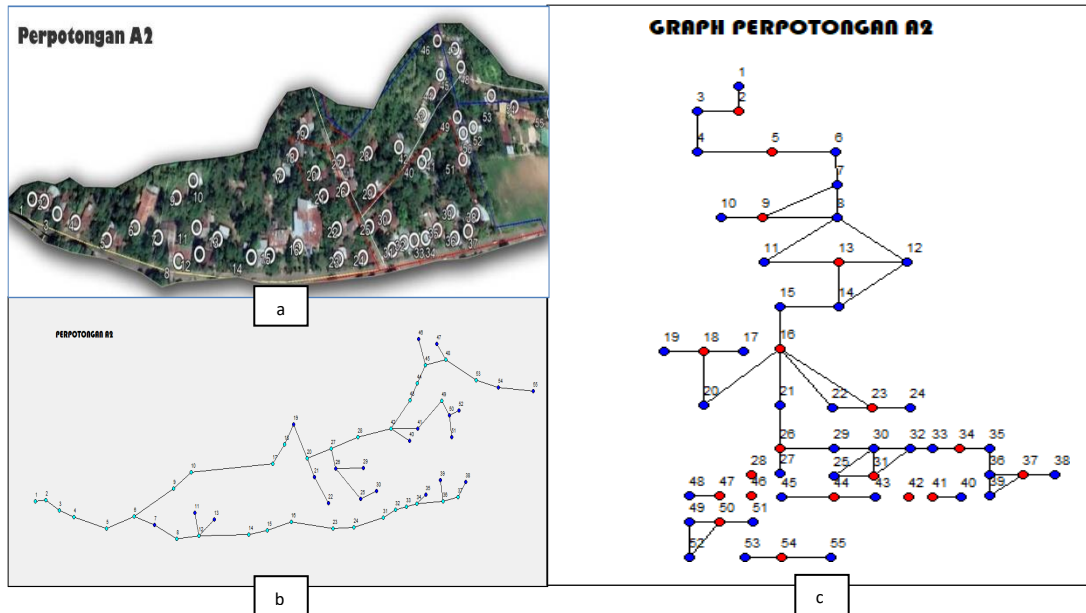
2. Penerapan himpunan dominasi pada skema jaringan perpipaan
 Skema jaringan perpipaan yang diperoleh pada gambar 1 di atas kemudian dipotong menjadi bentuk – bentuk yang lebih kecil/ sederhana dengan pertimbangan bahwa tidak ada rumah pada masing – masing potongan yang bertetangga dengan rumah pada potongan lainnya (jaraknya > 7 meter). Skema distribusi jaringan perpipaan dapat dipotong menjadi 7 bagian (A1 – A7) dan disesuaikan dengan kondisi sebenarnya. Ketujuh potongan tersebut kemudian digambar ke dalam bentuk graf dan ditentukan titik dan bilangan dominasinya. Titik dan bilangan dominasi tersebut masing – masing merupakan titik dan jumlah minimum kebocoran yang diperoleh pada penelitian ini. Berikut adalah hasil yang diperoleh untuk ketujuh potongan bagian tersebut.

Potongan A1



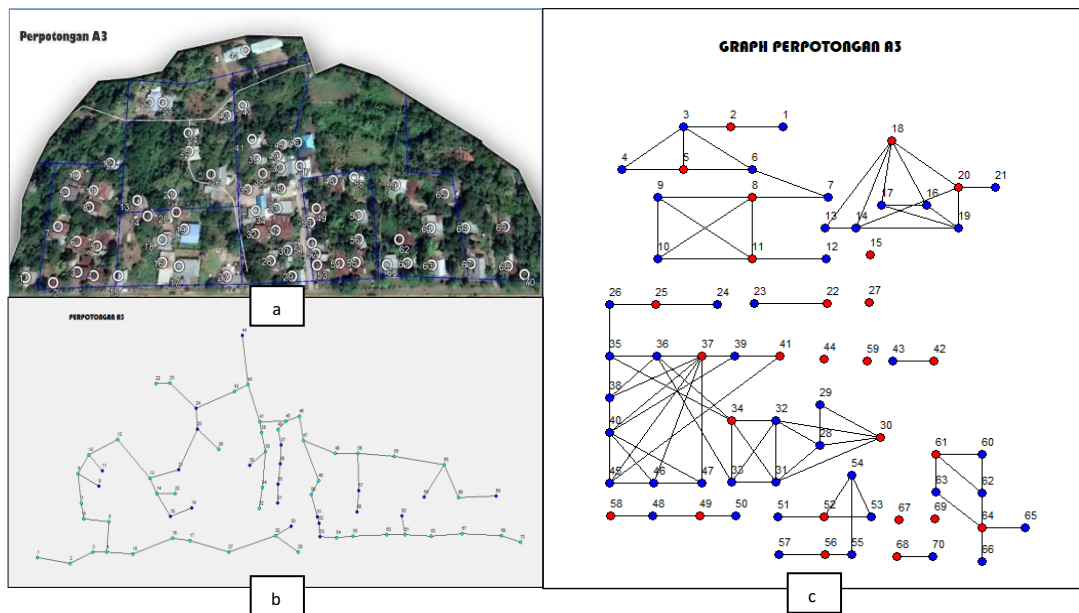
Gambar 2. Bagian Potongan A1 dengan 33 titik rumah (a), 23 titik kebocoran awal/ titik hijau (b), dan hasil peroleh titik dan bilangan dominasi dengan 9 titik kebocoran/ titik merah (c)

Potongan A2



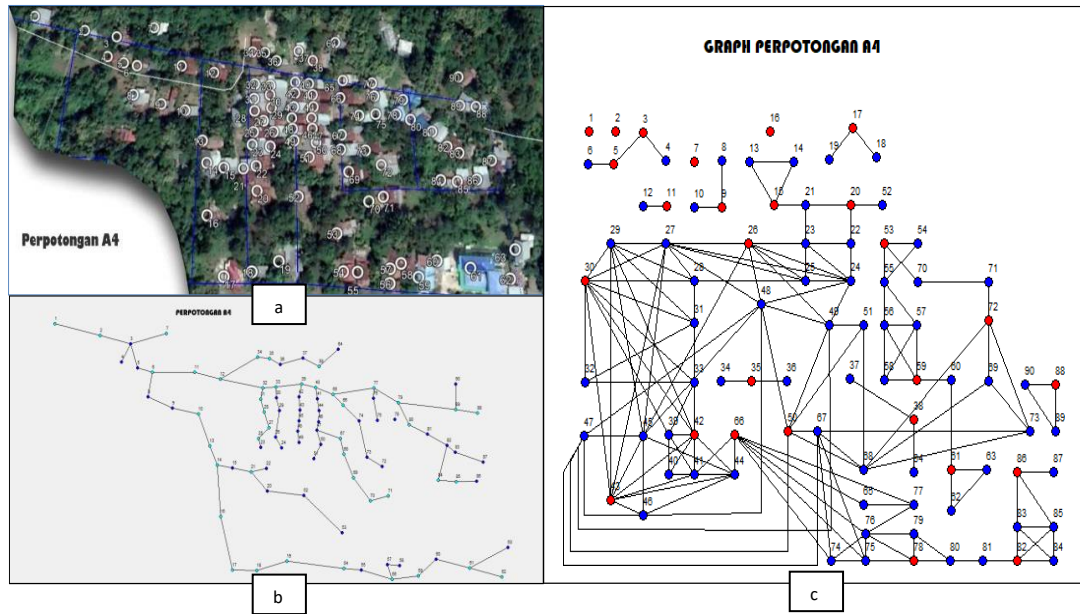
Gambar 3. Bagian Potongan A2 dengan 55 titik rumah (a), 33 titik kebocoran awal/ titik hijau (b), dan hasil peroleh titik dan bilangan dominansi dengan 19 titik kebocoran/ titik merah (c)

Potongan A3



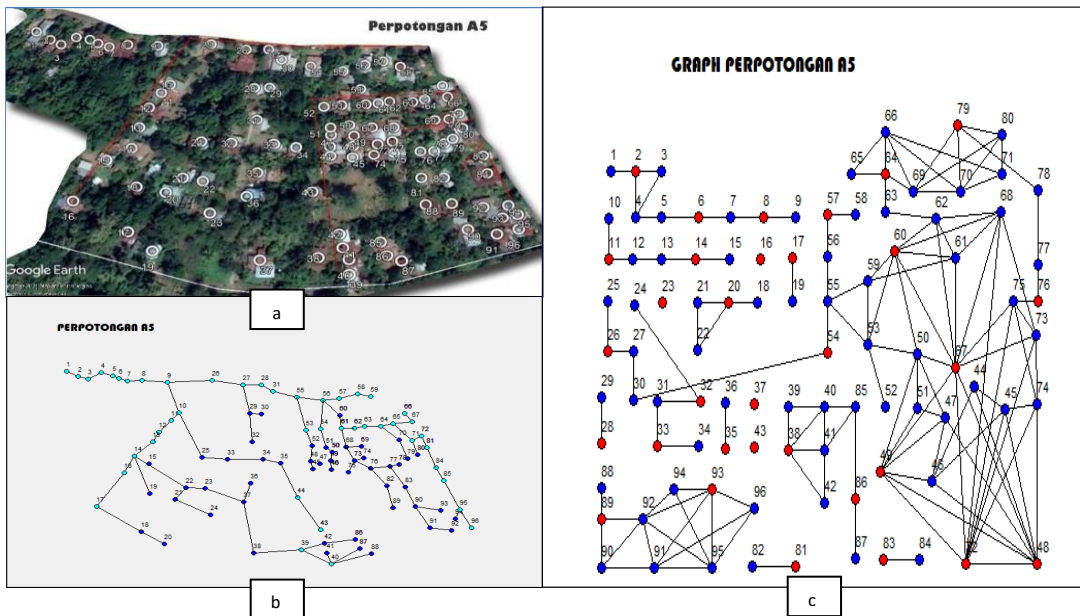
Gambar 4. Bagian Potongan A3 dengan 70 titik rumah (a), 48 titik kebocoran awal/ titik hijau (b), dan hasil peroleh titik dan bilangan dominansi dengan 26 titik kebocoran/ titik merah (c)

Potongan A4



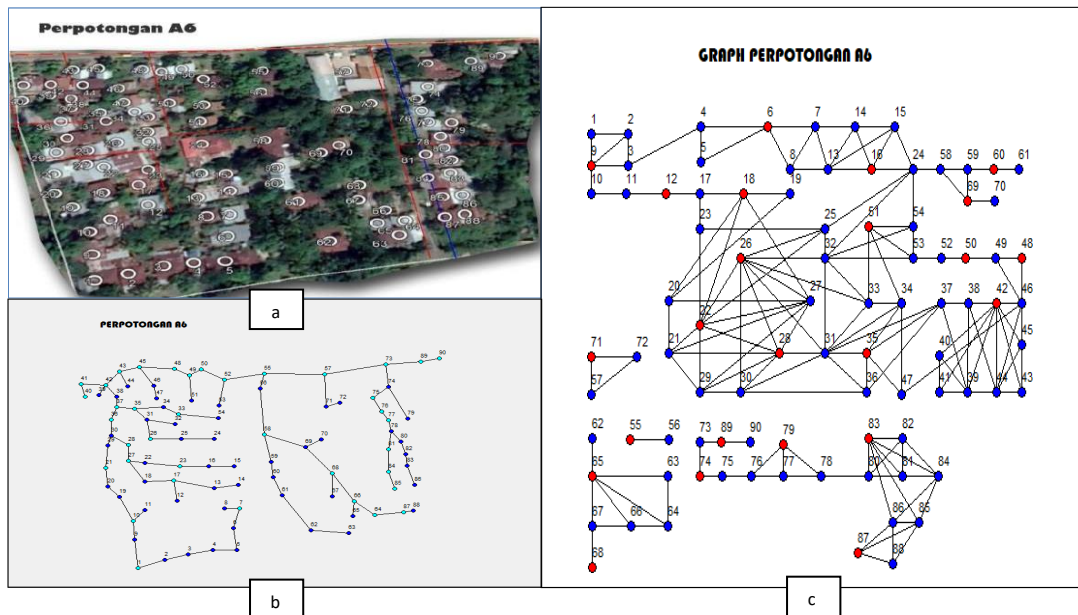
Gambar 5. Bagian Potongan A4 dengan 90 titik rumah (a), 45 titik kebocoran awal/ titik hijau (b), dan hasil peroleh titik dan bilangan dominasi dengan 27 titik kebocoran/ titik merah (c)

Potongan A5



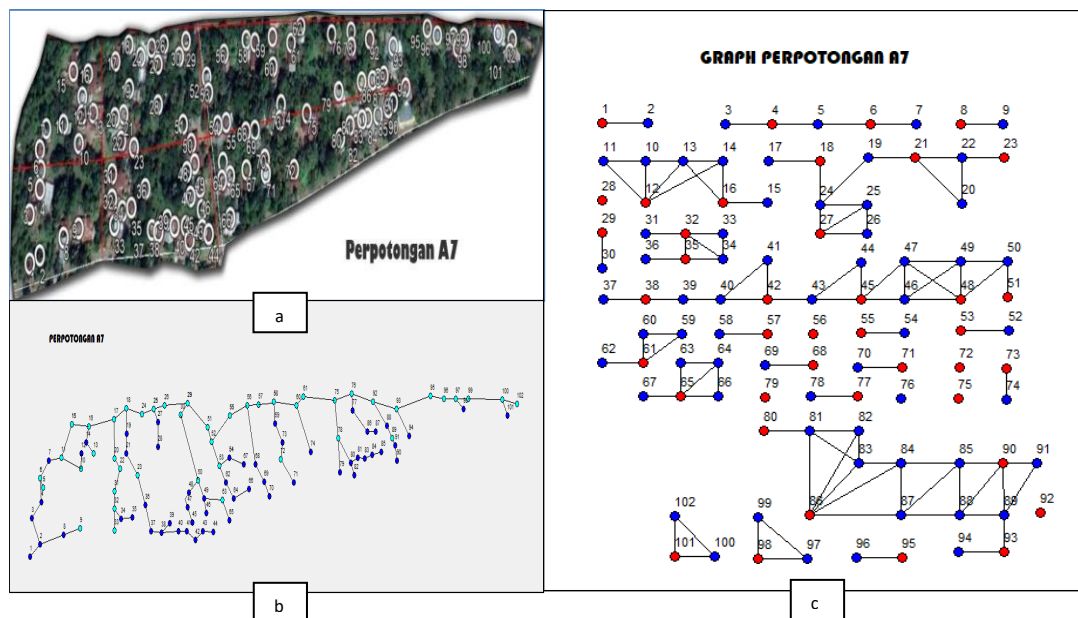
Gambar 6. Bagian Potongan A5 dengan 96 titik rumah (a), 45 titik kebocoran awal/ titik hijau (b), dan hasil peroleh titik dan bilangan dominasi dengan 32 titik kebocoran/ titik merah (c)

Potongan A6



Gambar 7. Bagian Potongan A6 dengan 90 titik rumah (a), 38 titik kebocoran awal/ titik hijau (b), dan hasil peroleh titik dan bilangan dominasi dengan 24 titik kebocoran/ titik merah (c)

Potongan A7



Gambar 8. Bagian Potongan A7 dengan 102 titik rumah (a), 45 titik kebocoran awal/ titik hijau (b), dan hasil peroleh titik dan bilangan dominasi dengan 40 titik kebocoran/ titik merah (c)

B. Pembahasan

Implementasi *dominating set* dari hasil penelitian dengan tujuan untuk mengoptimalkan pembagian air melalui jaringan perpipaan dengan studi kasus di wilayah Kel. Kalabahi barat. Hasil penelitian diperoleh dari proses analisis melalui data primer (observasi, wawancara dan dokumentasi). Dari observasi diperoleh data berupa titik – titik kebocoran dan titik – titik yang dilalui jaringan perpipaan, kemudian wawancara dilakukan terhadap pemerintah Kelurahan untuk memperoleh skema jaringan perpipaan dan dokumentasi sebagai rujukan akhir untuk sebagai bukti yang menunjang hasil observasi dan wawancara. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan langkah awal yaitu membuat jaringan perpipaan dengan bantuan *google earth* dan data skema jaringan perpipaan yang diperoleh dari pemerintah Kelurahan, kemudian dibuat skema jaringan perpipaan untuk memperoleh data awal berdasarkan peta jaringan perpipaan dengan kondisi sebenarnya kemudian diterapkan ke dalam graf untuk memperoleh implementasi himpunan dominasi. Dalam analisisnya, terdapat simpul pendominasi yang dapat mendominasi satu titik atau lebih disekitarnya, dengan rentang antar titik ($e_1, e_2, e_3 \dots e_n \leq 7 \text{ meter}$) dan terdapat juga titik – titik simpul yang terisolasi ($e_1, e_2, e_3 \dots e_n > 7 \text{ meter}$), sehingga titik tersebut hanya dapat mendominasi diri sendiri. Data sebelum dan sesudah representasi graf dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Titik Pembocoran Sebelum dan Sesudah Penerapan Himpunan Dominasi

Sebelum Penerapan Himpunan Dominasi			Sesudah Penerapan Himpunan Dominasi		
Potongan	Jumlah Rumah	Jumlah Titik Kebocoran	Potongan	Jumlah Rumah	Jumlah Titik Kebocoran
A1	33	23	A1	33	9
A2	55	33	A2	55	19
A3	70	48	A3	70	26
A4	90	45	A4	90	27
A5	96	45	A5	96	32
A6	90	38	A6	90	24
A7	102	45	A7	102	40
Total	536	276	Total	536	177

Berdasarkan tabel 1, dapat dijelaskan bahwa terdapat minimalisasi jumlah titik kebocoran sebelum dan sesudah penerapan himpunan dominasi, yaitu dari 276 titik kebocoran yang mendominasi/ mengaliri 536 rumah menjadi 177 titik kebocoran yang mendominasi/ mengaliri 536 rumah. Dengan berkurangnya titik kebocoran pipa ini, maka dapat dimungkinkan semua rumah di Kelurahan Kalabahi Barat dapat dialiri air dengan debit air yang semakin tinggi walaupun jarak rumah dengan bak penampung sangat jauh.

Dengan demikian, himpunan dominasi pada teori graf dapat diterapkan untuk optimalisasi pembocoran pipa air minum di Kelurahan Kalabahi Barat, Kecamatan Teluk Mutiara, Kabupaten Alor. Kendati demikian, diharapkan pihak Kelurahan Kalabahi Barat untuk dapat memberikan pikiran atau pandangan bagi masyarakat terkait hasil penelitian ini sekaligus menyiapkan pipa tambahan ≥ 7 meter untuk masing – masing rumah sehingga dapat digunakan untuk mengaliri

air dari setiap titik dominasi terdekat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa himpunan dominasi pada teori graf dapat diterapkan dalam optimalisasi titik pembocoran pipa air minum di Kelurahan Kalabahi Barat, Kecamatan Teluk Mutiara, Kabupaten Alor, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Hasil yang diperoleh dari optimalisasi titik pembocoran pipa yaitu adanya pengurangan titik pembocoran pipa dari 276 titik kebocoran yang mendominasi/ mengalir 536 rumah menjadi 177 titik kebocoran yang mendominasi/ mengalir 536 rumah. Adapun saran bagi peneliti selanjutnya adalah dapat mengembangkan penelitian ini dengan menghasilkan program komputer guna lebih mempermudah pemerintah Kelurahan dalam menentukan titik dominasi pembocoran atau dapat melanjutkan penelitian ini dengan memperbesar maupun memperkecil jarak ketetanggaan antar rumah penduduk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dafik, & Roifah, M. (2014). *Kajian Himpunan Dominasi pada Graf Khusus dan Operasinya*.
- [2] Daniel, F., & Taneo, P. N. L. (2019). *Teori Graf*. Deepublish.
- [3] Lastri, D., Masriani, Wulandari, N., Hidayatullah, P., Misuki, W. U., & Romdhini, M. U. (2019). Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Pembuatan Saluran Air PDAM di. *Eigen Mathematics Journal*, 2(1).
<https://eigen.unram.ac.id/index.php/eigen/article/view/22/25>
- [4] Maro, L., Hasmawati, & Nurdin. (2017). *Penentuan Bilangan Dominasi Terkendali Pada $P_n \odot P_n$ dan $K_n \odot K_n$* .
- [5] Maro, L., & Yopli, O. H. (2022). Penerapan Konsep Himpunan Dominasi pada Teori Graf untuk Optimalisasi Jumlah Kebocoran Pipa Air Minum di Desa Mausamang, Kabupaten Alor. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 4(2), 16–18.
<https://doi.org/10.32938/slk.v4i2.1481>
- [6] Munir, R. (2012). *Matematika Diskrit (Ketiga)*. Informatika Bandung.
- [7] Wattimena, A. Z., & Lawalata, S. (2013). Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Pengoptimalan Panjang Pipa. *Jurnal Barekeng*, 7(2), 13–18.
<https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/barekeng/article/view/251>
- [8] Wulandari, D. A. R., & Arifin, F. N. (2018). Penentuan Rute Terpendek Jalur Distribusi Air Artesis Menggunakan Kruskal. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 2(2), 121–129.
<http://ejurnal.tunasbangsa.ac.id/index.php/jsakti/article/download/72/67>