



Penentuan Jaringan Drainase Yang Optimal Di Pt Bahana Cipta Internusa Menggunakan Metode Kruskal

Rafli El’riza Budiman¹

¹Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi/Matematika, Institut Teknologi Kalimantan

¹02211016@student.itk.ac.id

Abstract: Pertamina is the largest state-owned enterprise (BUMN) in Indonesia that is active in the upstream and downstream sectors of the oil and gas industry. The upstream sector includes exploration and production of oil, gas and geothermal energy. Therefore, PT Pertamina will produce waste that needs to be disposed of in the form of gas or liquid. In dealing with this, PT Pertamina in Balikpapan is organizing the RDMP (Refinery Development Master Plan) project, becoming the largest project in Pertamina's history using local subcontractors. One of them is PT BAHANA CIPTA INTERNUSA which is working on the drainage channel. The purpose of this paper is to determine the application of graph theory, namely the Kruskal algorithm, on one of the project sites and to determine the differences in the results of the Kruskal algorithm with the PT BCI plan and to compare its optimality with the site plan. The results obtained are the minimal spanning tree (MST) graph which will be compared with the PT BCI project plan as a consideration for the future. The result of Kruskal algorithm has a total channel length of 894 meters plus excavation due to changes in edge direction, while the site plan has a total length of 1538 meters, almost 2 times longer than the MST graph. So it can be concluded that the cost will be drastically reduced when using Kruskal Algorithm.

Keywords: Minimal Spanning Tree, Drainage, Kruskal Algorithm, Graph, Tree

Abstrak: Pertamina adalah badan usaha milik negara (BUMN) terbesar di Indonesia yang aktif di sektor hulu dan hilir industri minyak dan gas. Sektor hulu meliputi eksplorasi dan produksi minyak, gas dan energi panas bumi. Oleh karena itu PT Pertamina akan menghasilkan limbah yang perlu dibuang dalam bentuk gas atau cair. Dalam menanggulangi hal ini, PT Pertamina di Balikpapan menyelenggarakan proyek RDMP (Refinery Development Master Plan) menjadi proyek terbesar sepanjang sejarah Pertamina yang menggunakan subkontraktor local. Salah satunya yaitu, PT BAHANA CIPTA INTERNUSA yang mengerjakan saluran drainase. Tujuan dari paper ini adalah untuk mengetahui penerapan teori graf yaitu dengan algoritma Kruskal pada salah satu site dari proyek tersebut dan mengetahui perbedaan hasil algoritma Kruskal dengan denah PT BCI dan membandingkan keoptimalannya dengan denah site. Hasil yang didapat adalah graf *minimal spanning tree* (MST) akan dibandingkan dengan denah proyek PT BCI sebagai bahan pertimbangan untuk kedepannya. Hasil algoritma Kruskal memiliki panjang total saluran sebesar 894 meter ditambah dengan penggalian tanah akibat perubahan arah *edge*, sedangkan denah *site* memiliki panjang total sebesar 1538 meter, hampir 2 kali lebih panjang dari graf MST. Jadi dapat disimpulkan bahwa biaya akan drastis berkurang bila menggunakan Algoritma Kruskal.

Kata kunci: Minimum Spanning Tree, Drainase, Algoritma Kruskal, Graf, Tree

I. PENDAHULUAN

Pertamina adalah perusahaan milik negara (BUMN) terbesar di Indonesia dalam hal pendapatan dan labanya. Perusahaan ini aktif di sektor hulu dan hilir industri minyak dan gas. Oleh karena itu PT Pertamina akan menghasilkan limbah yang perlu dibuang dalam bentuk gas atau cair [2]. Dalam hal limbah cair, diperlukan saluran drainase yang efisien agar tidak mencemari lingkungan. Drainase merupakan sebuah konstruksi yang menjadi media untuk mengalirkan air dari satu titik ke titik lain yang dinilai sangat penting untuk membantu proses pengaliran air seperti curah hujan, agar tidak terjadi genangan atau banjir. Dalam menanggulangi hal ini, PT Pertamina di Balikpapan menyelenggarakan proyek RDMP (Refinery Development Master Plan) yang menjadi proyek terbesar sepanjang sejarah Pertamina. PT Bahana Cipta Internusa dikontrak sebagai subkontraktor untuk proyek ini pada 20 April 2022 dan masih ongoing hingga sekarang, proyek ini ditargetkan selesai



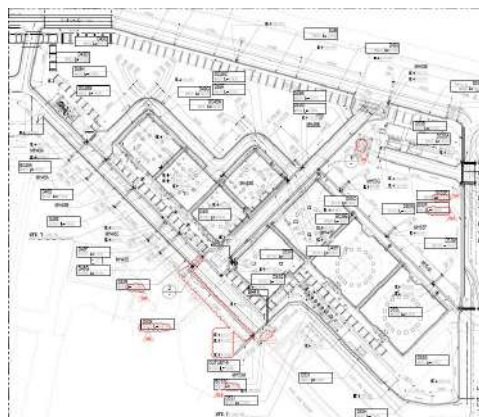
pada 31 Mei 2024 [6]. Saluran Drainase memiliki banyak metode untuk mencari jalur terbaik sesuai ketinggian tanah dan lokasi yang harus dilewati [3]. Dalam matematika sendiri, penerapan jaringan dapat dilakukan dengan metode prim atau metode kruskal, contohnya pada jaringan listrik [1]. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan perbandingan dengan menggunakan metode matematika yaitu dengan metode kruskal untuk membuat jalur drainase yang efisien dengan mencari *minimum spanning tree* atau total jaringan terpendek dan membandingkan keefektifannya dengan model yang digunakan dilapangan. Metode kruskal ini digunakan karena mudah dipahami dan diimplementasikan, berfungsi baik dengan graf renggang karena berfokus pada sisi dan bukan titik sudut, algoritma ini dapat menangani komponen-komponen yang tidak terhubung dan menemukan MST untuk setiap komponen yang terhubung[5].

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi kasus, yaitu mengambil penelitian yang dilakukan terfokus pada suatu kasus tertentu untuk diamati dan dianalisis secara cermat sampai tuntas. Untuk sumber data yang digunakan adalah denah perencanaan drainase oleh PT Bahana Cipta Internusa serta wawancara dengan *staff manager* PT BCI. Adapun prosedur penelitian dilampirkan sebagai berikut :

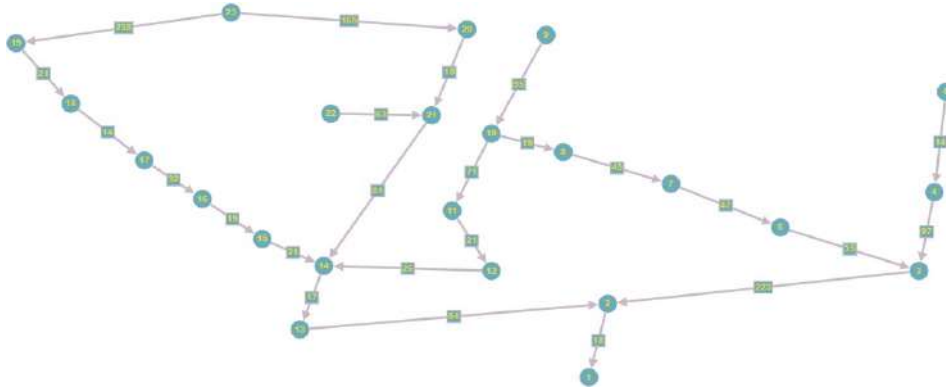
1. Mengambil data berupa denah perencanaan drainase di kantor PT BCI.
2. Menetapkan verteks sebagai *manhole* dan *edge* sebagai saluran drainase yang melalui *manhole*. Langkah ini akan menghasilkan graf pada *site* yang akan digunakan sebagai sampel
3. Mengambil data ketinggian tiap *vertex* dari dasar laut menggunakan bantuan aplikasi *google earth* dan panjang *edge* yang akan digunakan sebagai bobot.
4. Menetapkan arah *edge* sesuai ketinggian yaitu dari tinggi ke rendah.
5. Menetapkan algoritma Kruskal untuk mendapatkan *minimum spanning tree*, yaitu
 - a. Membuat graf menjadi tidak berarah.
 - b. Mengurutkan bobot *edge* dari yang terkecil hingga terbesar.
 - c. Pilih *edge* yang terkecil dan garis *edge* tersebut dan cek apakah membuat siklus (*cycle*), bila iya maka *edge* tersebut tidak dipakai.
 - d. Ulangi langkah c hingga semua verteks tergabung dalam MST.
 - e. Ubah kembali graf menjadi graf berarah,
6. Penarikan Kesimpulan [4].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. denah *site* PT BCI [6]

Gambar 1 merupakan salah satu denah site yang dikerjakan oleh PT BCI. *Site* tersebut dipilih menjadi sampel dikarenakan memiliki jaringan yang kompleks. Langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan bentuk graf pada gambar 1 dengan menggunakan *manhole* sebagai verteks dan saluran pipa sebagai *edge*. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut :

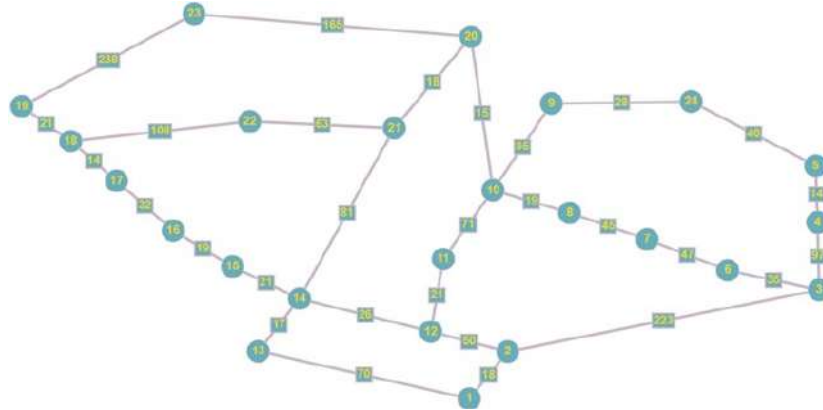


Gambar 2. Interpretasi Graf pada site RDMP

Gambar 2 merupakan interpretasi graf pada gambar 1. Jumlah verteks adalah 23 dan total bobot *edge* adalah 1538 meter. Tujuan akhir dari graf adalah verteks 1, dimana titik tersebut adalah pembuangan limbah yang disaring ke laut. Graf tersebut akan dibandingkan dengan hasil dari algoritma kruskal untuk mengetahui keoptimalan denah site tersebut. Algoritma kruskal adalah algoritma yang diciptakan oleh Joseph Kruskal pada tahun 1956 yang bertujuan untuk mencari *minimum spanning tree* (MST) untuk graf berbobot yang tidak berarah[3]. Maka yang hal pertama yang dilakukan adalah mendapatkan graf tak berarah dari lokasi site.



Gambar 3. Lokasi Verteks



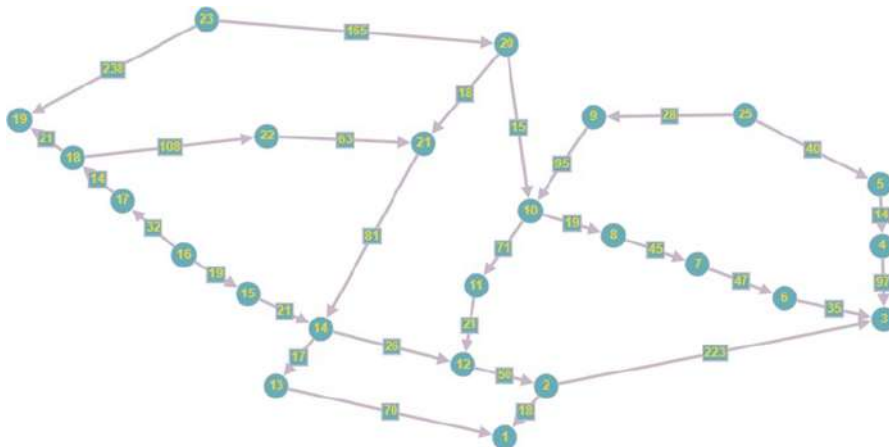
Gambar 4. Interpretasi Verteks dan *Edge* pada Gambar 2

Gambar 3 merupakan semua lokasi *manhole* yang berada pada site PT BCI dimana berjumlah 24, dengan catatan titik 23 adalah titik tertinggi. Sedangkan gambar 4 adalah implementasi graf dari gambar 3. Akan diambil ketinggian vertex diatas laut dan jarak masing masing *edge* melalui *google earth*, hasil yang didapat adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Ketinggian *Vertex* Di Atas Laut dalam Satuan Kaki

Verteks	Ketinggian (kaki)	Vertek	Ketinggian (kaki)	Verteks	Ketinggian (kaki)
1	10	9	17	17	20
2	12	10	17	18	18
3	12	11	15	19	16
4	17	12	14	20	17
5	18	13	13	21	16
6	13	14	16	22	18
7	14	15	18	23	31
8	15	16	21	24	18

Data tabel 1 didapatkan melalui aplikasi *google earth*. Graf pada gambar 4 dapat diubah menjadi graf berarah dengan menggunakan data ketinggian yang didapat, yaitu sebagai berikut :



Gambar 5. Graf Berarah *Site*

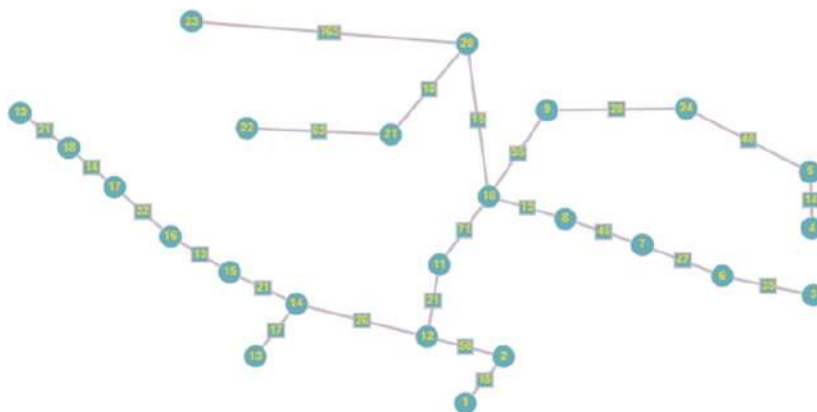
Gambar 5 adalah graf berarah sesuai dengan ketinggian verteks. Setelah itu diterapkan algoritma kruskal dengan langkah langkah berikut :

1. Membuat graf menjadi tidak berarah.
 Graf yang digunakan adalah gambar 4 dikarenakan algoritma kruskal bertujuan untuk mendapatkan graf MST yang tak berarah.
2. Mengurutkan bobot *edge* dari yang terkecil hingga terbesar.

Tabel 2. Urutan *Edge* dari Terkecil Hingga Terbesar

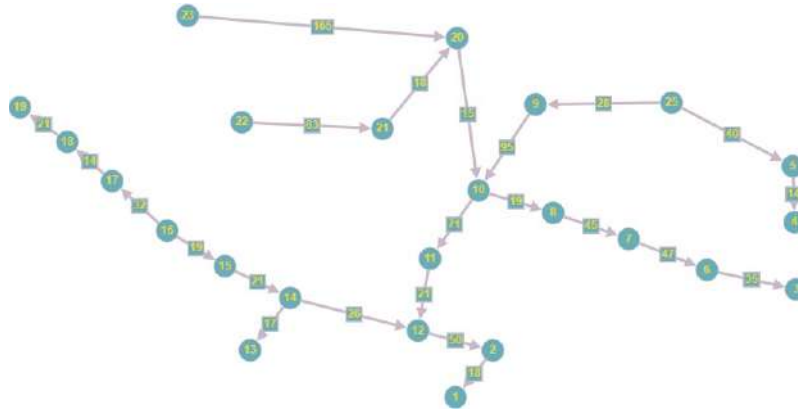
Jarak (m)	Awal	Tujuan	Jarak (m)	Awal	Tujuan	Jarak (m)	Awal	Tujuan
14	5	4	21	15	14	63	22	21
14	17	18	26	14	12	70	13	1
15	20	10	28	26	9	71	10	11
17	14	13	32	16	17	81	21	14
18	20	21	35	6	3	95	9	10
18	2	1	40	25	5	97	4	3
19	10	8	45	8	7	108	18	22
19	16	15	47	7	6	165	23	20
21	18	19	50	12	2	223	3	2
21	11	12				238	23	19

3. Pilih *edge* yang terkecil dan garis *edge* tersebut dan cek apakah membuat siklus (*cycle*)
4. Ulangi langkah 3 hingga semua verteks tergabung dalam MST.
 Algoritma kruskal berhenti ketika semua vertex termasuk ke dalam graf dan tidak ada putaran atau *looping*. Hasil dari algoritma ada pada gambar 5 dibawah ini.



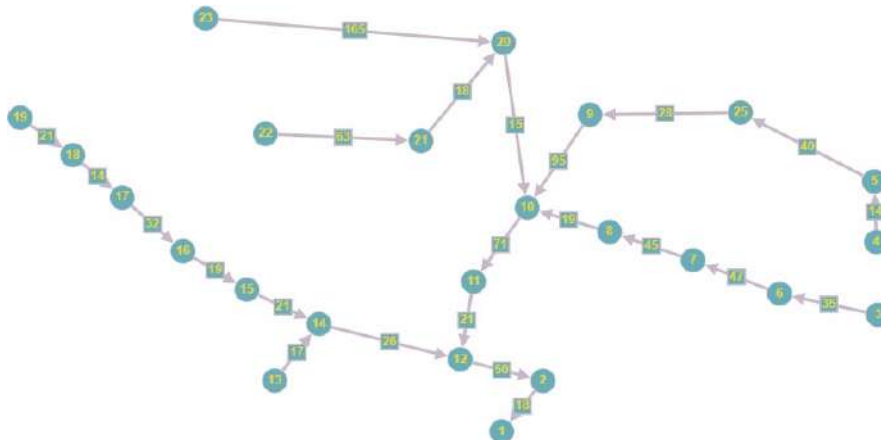
Gambar 6. MST Hasil Algoritma Kruskal

5. Gunakan kembali gambar 5 untuk mendapatkan hasil MST graf berarah, yaitu



Gambar 7. MST Graf Berarah

Pada graf gambar 7, terdapat beberapa verteks yang tidak menuju tujuan akhir drainase yaitu verteks 1. Tetapi dikarenakan perubahan ketinggian tidak signifikan pada semua titik dan sesuai wawancara dengan PT BCI yang mengatakan bahwa arah saluran masih bisa dibalik, maka graf baru yang dihasilkan adalah dibawah ini.



Gambar 7. MST Graf Berarah

Dikarenakan menggunakan MST, maka pada graf tidak ada siklus dan semua akan menjadi 1 jalur sedangkan denah memiliki siklus. Kemudian tentu ada perubahan arah *edge* dikarenakan titik tertinggi ada pada V23. Dengan MST didapatkan jalur paling optimal yang memiliki jumlah bobot *edge* terkecil dan akan menghemat biaya pemasangan.

Selanjutnya akan dibandingkan bobot *edge* masing masing graf MST dan site plan. Pada MST, semua bobot *edge* bila dijumlahkan adalah sepanjang 894 meter, ditambah penggalian tambahan yang perlu dilakukan akibat perubahan arah karena ketinggian vertex yang tidak berurutan. Sedangkan pada site plan memiliki bobot *edge* total adalah sepanjang 1538 meter, hampir 2 kali lebih panjang dari graf MST. Jadi berdasarkan perbandingan bobot tersebut dengan menggunakan MST, biaya yang dikeluarkan akan lebih sedikit walau ada yang keluar jalur atau perlu diubah arahnya



IV. KESIMPULAN

Untuk mencari jalur optimal saluran drainase, diterapkan metode algoritma Kruskal untuk mencari *Minimal Spanning Tree* (MST) pada proyek drainase PT Pertamina. Hasil MST tersebut adalah gambar 7. Dengan catatan terdapat perubahan arah Minimal Spanning Tree dikarenakan terdapat beberapa vertex yang stuck atau tidak dapat menuju V1. Bila dibandingkan dengan graf site plan PT BCI, maka terdapat perbedaan yaitu tidak ada siklus dan semua akan menjadi 1 jalur sedangkan graf denah site memiliki siklus. Kemudian tentu ada perubahan arah *edge* dikarenakan titik tertinggi ada pada V23. Dengan MST didapatkan jalur paling optimal yang memiliki jumlah bobot *edge* terkecil dan akan menghemat biaya pemasangan. Pada MST semua bobot *edge* bila dijumlahkan adalah sepanjang 894 meter, ditambah penggalian tambahan yang perlu dilakukan akibat perubahan arah karena ketinggian vertex yang tidak berurutan. Sedangkan pada site plan memiliki bobot *edge* total adalah sepanjang 1538 meter, hampir 2 kali lebih panjang dari graf MST. Jadi dapat disimpulkan bahwa biaya akan drastis berkurang bila menggunakan *Minimal Spanning Tree* walau ada saluran yang kurang baik atau keluar jalur.

REFERENSI

1. BINTI SANDUKONG, N. (no date) *Uin-Alauddin, Aplikasi Minimum Spanning Tree Pada Jaringan Listrik Di Perumahan Mutiara Indah Village*. Available at: http://repositori.uin-alauddin.ac.id/7457/2/NURHAYATI%20BINTI%20SANDUKONG_opt.pdf (Accessed: 26 January 2024).
2. *Profil Pertamina* (no date) *Pertamina | Indonesia Investments*. Available at: <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/profil-perusahaan/pertamina/item341> (Accessed: 26 January 2024).
3. Ngawi, P. (2022) *Tujuan Pembuatan, Fungsi, Dan Jenis drainase, Dinas PUPR Ngawi*. Available at: <https://pupr.ngawikab.go.id/tujuan-pembuatan-fungsi-dan-jenis-drainase/> (Accessed: 26 January 2024).
4. Wamiliana (2022) *Minimum Spanning Tree & Desain Jaringan*. Edited by S. Malinda. Penerbit : PUSAKA MEDIA
5. *Kruskal's minimum spanning tree (MST) algorithm* (2023) *GeeksforGeeks*. Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/kruskals-minimum-spanning-tree-algorithm-greedy-algo-2/> (Accessed: 26 January 2024).
6. *Company Profile* PT Bahana Cipta Internusa
7. *Google Earth*

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada panitia SENADA telah memberikan kesempatan untuk saya untuk mengikuti kegiatan ini. Saya yakin dengan paper ini saya dapat meningkatkan kualitas diri sendiri dan akan bermanfaat di dunia kerja nanti.