

Merancang Jalur Kereta Api Ringan di Bandung dengan Memanfaatkan Algoritme *Branch and Bound*

Untung Tanujaya - 13516135
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
utanujaya@gmail.com

Abstrak—Sudah saatnya tiap kota di Indonesia memiliki system transportasi umum sendiri. Kereta Api Ringan (*Light Rail Transit*) adalah salah satu sistem Kereta Api Penumpang yang beroperasi dikawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain atau dalam lintasan khusus, disebut juga trem. Makalah ini akan menganalisis jalur KAR yang mungkin diambil, dengan menggunakan data-data *dummy* dan asumsi-asumsi penulis. Untuk dipahami pembaca, hingga kini KAR di Bandung sedang dalam proses pembangunan.

Kata kunci—*Branch and Bound*, Bandung, Kereta Api Ringan, *Travelling Sales Person*.

I. PENDAHULUAN

- Bandung

Kota Bandung merupakan kota metropolitan terbesar di Provinsi Jawa Barat, sekaligus menjadi ibu kota provinsi tersebut. Kota ini terletak 140 km sebelah tenggara Jakarta, dan merupakan kota terbesar di wilayah Pulau Jawa bagian selatan. Sedangkan wilayah Bandung Raya (Wilayah Metropolitan Bandung) merupakan metropolitan terbesar kedua di Indonesia setelah Jabodetabek.



Gambar 1: Alun-alun Kota Bandung

Sumber: https://www.pikniek.com/wp-content/uploads/2017/10/bndg-03_tempat-wisata-di-bandung_alun-alun-kota_800x450_ccpdm-min.jpg

Waktu Akses: 13 Mei 2018 23.00

Di kota ini tercatat berbagai sejarah penting, di antaranya sebagai tempat berdirinya sebuah perguruan tinggi teknik pertama di Indonesia (*Technische Hoogeschool te Bandoeng* - TH Bandung, sekarang Institut Teknologi Bandung - ITB), lokasi ajang pertempuran pada masa kemerdekaan, serta pernah menjadi tempat berlangsungnya Konferensi Asia-Afrika 1955, suatu pertemuan yang menyuarakan semangat anti

kolonialisme, bahkan Perdana Menteri India Jawaharlal Nehru dalam pidatonya mengatakan bahwa Bandung adalah ibu kotanya Asia-Afrika.

Kota kembang merupakan sebutan lain untuk kota ini, karena pada zaman dulu kota ini dinilai sangat cantik dengan banyaknya pohon-pohon dan bunga-bunga yang tumbuh di sana. Selain itu Bandung dahulunya disebut juga dengan *Parijs van Java* karena keindahannya. Selain itu kota Bandung juga dikenal sebagai kota belanja, dengan *mall* dan *factory outlet* yang banyak tersebar di kota ini, dan saat ini berangsur-angsur kota Bandung juga menjadi kota wisata kuliner. Dan pada tahun 2007, konsorsium beberapa LSM internasional menjadikan kota Bandung sebagai *pilot project* kota terkreatif se-Asia Timur. Saat ini kota Bandung merupakan salah satu kota tujuan utama pariwisata dan pendidikan.

Bandung akan menjadi salah satu kota tuan rumah pendukung Asian Games 2018. Infrastruktur yang sedang dibangun termasuk Metro Kapsul, sejenis sistem APM atau *People Mover* yang dikembangkan sendiri.

- Kereta Api

Kereta api adalah bentuk transportasi rel yang terdiri dari serangkaian kendaraan yang ditarik sepanjang jalur kereta api untuk mengangkut kargo atau penumpang. Gaya gerak disediakan oleh lokomotif yang terpisah atau motor individu dalam unit kereta. Bentuk-bentuk modern kereta api adalah mesin diesel dan listrik lokomotif, yang disediakan oleh kabel di atas atau rel tambahan. Sumber energi lain termasuk kuda, tali atau kawat, gravitasi, pneumatik, baterai, dan turbin gas. Rel kereta api biasanya berjumlah dua, tiga atau empat rel. Adapun bentuk lain dari rel kereta konvensional yaitu monorel dan *guideways maglev*.

Ada berbagai jenis kereta api yang dirancang untuk tujuan tertentu. Kereta api bisa terdiri dari kombinasi satu atau lebih dari lokomotif dan gerbong kereta terpasang, atau beberapa unit yang digerakkan sendiri (atau kadang-kadang pelatib bertenaga tunggal atau diartikulasikan, disebut sebuah kereta mobil). Kereta pertama ditarik menggunakan tali, gravitasi, atau ditarik oleh kuda. Dari awal abad ke-19 hampir semuanya menggunakan lokomotif uap. Dari tahun 1910-an dan seterusnya lokomotif uap mulai digantikan oleh kurang dan bersih (tetapi lebih kompleks dan mahal) lokomotif diesel dan lokomotif listrik, sementara pada waktu yang sama beberapa kendaraan unit yang digerakkan sendiri baik sistem tenaga menjadi jauh lebih umum dalam pelayanan penumpang.



Gambar 2: Kereta Api

Sumber: https://kai.id/corporate/passenger_services/1

Waktu Akses: 14 Mei 2018, 07.00

Sejarah perkeretaapian sama seperti sejarah alat transportasi umumnya yang diawali dengan penemuan roda. Mulanya dikenal kereta kuda yang hanya terdiri dari satu kereta (rangkain), kemudian dibuatlah kereta kuda yang menarik lebih dari satu rangkaian serta berjalan di jalur tertentu yang terbuat dari besi (rel) dan dinamakan sepur. Ini digunakan khususnya di daerah pertambangan tempat terdapat lori yang dirangkain dan ditarik dengan tenaga kuda.

Setelah James Watt menemukan mesin uap, Nicolas Cugnot membuat kendaraan beroda tiga berbahan bakar uap. Orang-orang menyebut kendaraan itu sebagai kuda besi. Kemudian Richard Trevithick membuat mesin lokomotif yang dirangkain dengan kereta dan memanfaatkannya pada pertunjukan di depan masyarakat umum. George Stephenson menyempurnakan lokomotif yang memenangi perlombaan balap lokomotif dan digunakan di jalur Liverpool-Manchester. Waktu itu lokomotif uap yang digunakan berkonstruksi belalang. Penyempurnaan demi penyempurnaan dilakukan untuk mendapatkan lokomotif uap yang lebih efektif, berdaya besar, dan mampu menarik kereta lebih banyak.

Penemuan listrik oleh Michael Faraday membuat beberapa penemuan peralatan listrik yang diikuti penemuan motor listrik. Motor listrik digunakan untuk membuat trem listrik yang merupakan cikal bakal kereta api listrik. Kemudian Rudolf Diesel memunculkan kereta api bermesin diesel yang lebih bertenaga dan lebih efisien daripada lokomotif uap. Seiring berkembangnya teknologi kelistrikan dan magnet yang lebih maju, dibuatlah kereta api magnet yang memiliki kecepatan di atas kecepatan kereta api biasa. Jepang, pada tahun 1960, mengoperasikan KA Super Ekspres Shinkansen dengan rute Tokyo-Osaka yang akhirnya dikembangkan lagi sehingga menjangkau hampir seluruh Jepang. Kemudian Perancis mengoperasikan kereta api serupa dengan nama TGV.

Kereta Api dibagi menjadi 2 berdasar rel, yaitu rel konvensional dan monorel. Kereta api rel konvensional adalah kereta api yang biasa kita jumpai. Menggunakan rel yang terdiri dari dua batang baja yang diletakkan di bantalan kayu jati yang keras. Di daerah tertentu yang memiliki tingkat ketinggian curam, digunakan rel bergerigi yang diletakkan di tengah tengah rel tersebut serta menggunakan lokomotif khusus yang memiliki roda gigi, dan hanya ada di pulau Pulau Sumatera & Jawa. Kereta api monorel (kereta api rel tunggal) adalah kereta api yang jalurnya tidak seperti jalur kereta yang biasa dijumpai. Rel kereta ini hanya terdiri dari satu batang besi. Letak kereta api didesain menggantung pada rel atau di atas rel. Karena efisien, biasanya digunakan sebagai alat transportasi kota khususnya di kota-kota metropolitan dunia dan dirancang mirip seperti jalan layang.

II. DASAR TEORI

A. Kereta Api Ringan



Gambar 3: Kereta Api Ringan

Sumber:

<http://cdn2.tstatic.net/wartakota/foto/bank/images/20141219-light-rapid-transit-lrt.jpg>

Waktu akses: 14 Mei 2017, 08.00

Kereta api ringan adalah salah satu sistem Kereta Api Penumpang yang beroperasi dikawasan perkotaan yang konstruksinya ringan dan bisa berjalan bersama lalu lintas lain atau dalam lintasan khusus, disebut juga trem.

Kereta api ringan banyak digunakan di berbagai negara dan telah mengalami modernisasi, antara lain dengan otomatisasi, sehingga dapat dioperasikan tanpa masinis, bisa beroperasi pada lintasan khusus, penggunaan lantai yang rendah (sekitar 30 cm) yang disebut sebagai Low floor LRT untuk mempermudah naik turun penumpang.

Kereta api ringan dengan nama tram pernah dibangun di Indonesia. Tram beroperasi di beberapa kota di Indonesia seperti di Jakarta dan Surabaya dan dihilangkan pada tahun 1960an, karena pada waktu itu tidak dirawat dengan baik sehingga dianggap mengganggu lalu lintas.

B. Algoritme Branch and Bound

Algoritme Branch and Bound adalah Algoritme yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan optimasi. Algoritme ini menimalkan atau memaksimalkan fungsi objektif yang sudah ditentukan, dan dengan memperhatikan batasan persoalan juga. Setiap simpul akan diberi sebuah nilai cost. Nilai ini adalah nilai taksiran dengan biaya termurah dari simpul status ke simpul tujuan. Simpul tidak di-expand berdasarkan urutan pembangkitannya, tapi berdasarkan nilai cost. Nilai cost yang dipilih adalah nilai cost yang paling kecil untuk persoalan minimasi dan nilai cost yang paling besar untuk persoalan maksimasi. Nilai cost pada simpul i dinyatakan dengan :

$\hat{c}(i)$ = nilai cost paling minimum dari simpul i ke simpul tujuan

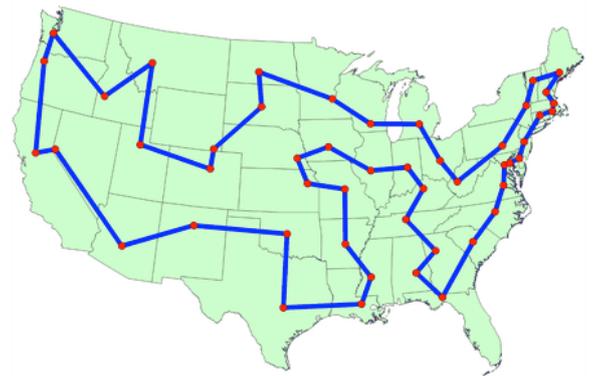
Algoritme Branch and Bound adalah metode pencarian secara sistematis. Algoritme ini akan membentuk pohon ruang status dari ruang solusi dengan skema BFS. Metode inti menggunakan pohon pencarian,

dengan setiap simpul menggambarkan kemungkinan solusi dari permasalahan yang ingin diselesaikan. Langkah-langkah Algoritme Branch and Bound adalah sebagai berikut:

- 1) Masukkan simpul akar ke dalam antrian S. Jika simpul akar adalah simpul solusi yang ingin dicapai, maka solusi telah ditemukan. Pencarian selesai.
- 2) Jika antrian S kosong, maka solusi tidak ditemukan. Pencarian selesai.
- 3) Jika S tidak kosong, maka pilih dari antrian simpul yang memiliki cost paling kecil. Jika terdapat beberapa simpul dengan nilai cost yang minimal, maka pilih satu secara sembarang
- 4) Jika simpul yang dipilih adalah simpul solusi, maka solusi telah ditemukan. Pencarian selesai. Jika simpul yang dipilih bukan simpul solusi, maka bangkitkan anak-anak dari simpul tersebut. Jika simpul tidak memiliki anak, maka kembali ke langkah 2
- 5) Untuk setiap anak dari simpul yang dipilih, hitung cost dan masukkan anak-anak simpul tersebut ke dalam antrian S
- 6) Ulangi langkah 2

C. Travelling Salesman Problem

Travelling Salesman Problem adalah persoalan dimana diberikan lokasi beberapa kota dan jarak antara kota yang satu dengan kota yang lain kemudian harus dicari jalur terpendek yang mengunjungi seluruh kota tepat sekali dan kembali lagi ke kota awal. *Travelling Salesman Problem* adalah salah satu bentuk persoalan optimasi. Persoalan TSP sering ditampilkan dalam bentuk graf dengan simpul yang melambangkan kotakota. Persoalan Travelling Salesman Problem adalah persoalan yang dikemukakan pada tahun 1800 oleh matematikawan Irlandia yang bernama William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris yang bernama Thomas Penyngton. Bentuk umum TSP pertama kali dipelajari oleh Karl Menger di Vienna dan Harvard pada tahun 1930. Kemudian permasalahan TSP dipublikasikan oleh Hassler Whitney dan Merrill Flood di Princeton. Penelitian secara detail tentang hubungan antara penelitian Menger dan Whitney dan perkembangan TSP terdapat pada makalah Alexander Schrijver's "*On the history of combinatorial optimization* (sejak 1960)". Persoalan *Travelling Salesman Problem* termasuk persoalan NP-hard. Cara termudah namun juga merupakan cara termahal untuk menyelesaikan persoalan ini adalah dengan mencoba seluruh kemungkinan. Algoritme lebih baik yang dapat memberikan solusi yang eksak adalah Algoritme Branch and Bound.



Gambar 4 : Ilustrasi Persoalan *Travelling Salesman Problem*

Sumber :

<https://optimization.mccormick.northwestern.edu/images/e/ea/48StatesTSP.png>

Waktu akses : 14 Mei 2018, 00.02

Persoalan *Travelling Salesman Problem* menggunakan representasi graf untuk memodelkan persoalannya dengan tujuan untuk mempermudah penyelesaian. Permasalahan yang dapat direpresentasikan dengan *Travelling Salesman Problem* antara lain pencarian rute mengantar barang, pencarian rute pengambilan tagian, perancangan pemasangan pipa, dan perancangan rute truk pengambil sampah.

D. Graf

Teori graf adalah teori yang sudah tua usianya namun memiliki banyak terapan hingga saat ini. Sejarah graf dimulai dari masalah jembatan Königsberg (sekarang bernama kota Kaliningrad). Di kota tersebut terdapat sungai Pregal yang mengalir mengitari pulau Kneiphof lalu bercabang menjadi 2 buah anak sungai. Masalah dari kota tersebut ialah, terdapat 7 buah jembatan yang menghubungkan daratan yang dibelah oleh sungai tersebut, dan tidak mungkin dilewati masing-masing 1 kali dari tempat yang sama dan berhenti di tempat yang sama. Leonhard Euler, seorang matematikawan Swiss adalah orang yang bisa menjawab alasan dibalik masalah tersebut. Caranya ialah dengan memodelkan daratan sebagai simpul, dan jembatan sebagai sisi. Euler menyatakan, orang tidak bisa melewati ketujuh jembatan masing-masing satu kali dari dan berakhir di tempat yang sama jika derajat tiap simpul tidak seluruhnya genap. Graf yang derajatnya seluruhnya genap dinamai sirkuit Euler. Graf adalah struktur yang digunakan untuk memodelkan relasi antar objek. Graf terdiri dari nodes atau simpul yang dihubungkan dengan edges atau sisi. Graf dapat dinyatakan sebagai $G := (V, E)$, di mana V adalah sebuah himpunan yang terdiri dari simpul-simpul graf E adalah sebuah himpunan yang terdiri dari sisi yang menghubungkan simpul-simpul pada graf Untuk beberapa persoalan, dibutuhkan bobot atau cost untuk merepresentasikan suatu nilai. Graf yang memiliki bobot disebut graf berbobot (weighted graph). Bobot pada graf ini bisa menggambarkan jarak antar dua kota, waktu tempuh, ongkos perjalanan, dan biaya produksi.

Ada beberapa istilah yang berkaitan dalam graf, yaitu

- Bertetangga

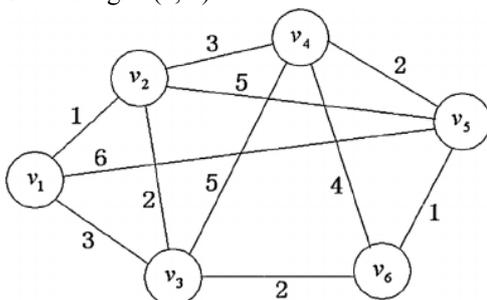
Dua buah simpul dalam graf tak berarah dikatakan bertetangga apabila ada sisi yang menghubungkan keduanya secara langsung.

- Bersisian
Untuk sembarang sisi $e = (u,v)$, sisi e bersisian dengan simpul u dan v .
- Derajat
Derajat adalah jumlah sisi yang bersisian dengan suatu simpul, bisa diartikan sebagai banyak simpul yang bertetangga dengan suatu simpul.
- Lintasan
Jika dalam lintasan, setiap sisi dilalui hanya sekali, maka dinamai lintasan sederhana. Jika lintasan diawali dan berakhir di simpul yang sama maka disebut lintasan tertutup
- Sirkuit
Sirkuit adalah lintasan tertutup.
- Graf tidak berarah
Graf yang digunakan dalam makalah ini adalah graf tidak berarah. Graf tidak berarah adalah graf yang sisinya tidak mempunyai arah.
- Upagraf merentang
Upagraf merentang adalah bagian dari graf dimana sisi-sisinya adalah bagian dari sisi-sisi graf, namun simpulnya tetap sama

Terdapat dua jenis graf, yaitu graf berarah dan graf tidak berarah.

1) Graf yang tidak berarah

Graf yang tidak berarah adalah graf yang tidak memiliki arah pada sisi yang menghubungkan simpul di graf tersebut. Pada graf yang tidak berarah, pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan, karena (u, v) sama dengan (v, u) .



Gambar 5 : Graf tidak berarah

Sumber :

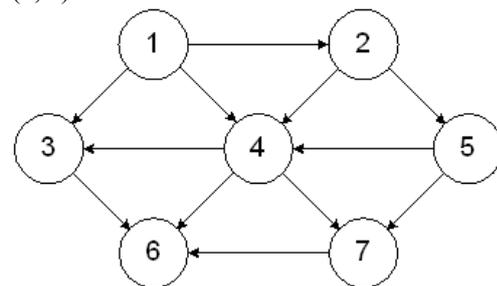
https://www.researchgate.net/figure/An-undirected-graph-G-with-7-vertex-and-12-edges_fig2_250922991

Waktu akses : 14 Mei 2018, 00.03

2) Graf yang berarah

Graf yang berarah adalah graf yang memiliki arah pada sisi yang menghubungkan simpul di

graf tersebut. Pada graf berarah, pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi diperhatikan, karena (u, v) tidak sama dengan (v, u) .



Gambar 6 : Graf berarah

Sumber : <https://qph.ec.quoracdn.net/main-qimg-0563516a0d43b1653e59ce5c838d9b46>

Waktu akses : 14 Mei 2018, 00.04

E. Matriks Ketetanggaan

Matriks ketetanggaan adalah salah satu cara untuk merepresentasikan graf terutama apabila ingin diproses dengan menggunakan komputer. Jumlah elemen matriks ketetanggaan untuk suatu graf dengan simpul n adalah n^2 . Keuntungan dengan menggunakan matriks ketetanggaan ini adalah akses elemen matriksnya langsung bisa dilakukan dari indeks elemen tersebut. Pada graf tidak berbobot, bila suatu simpul bertetangga dengan simpul lain, maka elemen matriks ketetanggaannya adalah 1 dan jika simpul tersebut tidak bertetangga dengan simpul lain, maka elemen matriksnya adalah 0. Pada graf berbobot, bila suatu simpul bertetangga dengan simpul lain, maka elemen matriks ketetanggaannya adalah bobot pada sisi yang menghubungkan kedua simpul tersebut, dan jika simpul tersebut tidak bertetangga dengan simpul lain, maka elemen matriksnya adalah ∞

III. STUDI KASUS

Dalam bab ini akan dibahas perancangan jalur Kereta Api Ringan di Bandung

A. Identifikasi Masalah

LRT Bandung adalah system Kereta Api Ringan di kota Bandung. LRT Bandung menggunakan kereta kapsul / metro kapsul yang biaya pembangunannya 150 miliar tiap kilometer. LRT Bandung dibuat untuk mengatasi permasalahan kemacetan dalam kota. Sebagian besar jalur dibuat di atas jalan *existing* (yang telah ada)

Dalam membangun LRT akan dibuat beberapa stasiun kecil di beberapa daerah di kota Bandung. Akan diukur jarak antar stasiun untuk dibuatkan jalur LRT melingkar dengan TSP (*travelling salesman problem*) dan *Reduced Cost Matrix*. Pembuatan jalur dengan TSP dimaksudkan agar jalur yang dibuat adalah jalur lingkaran terpendek, sesuai dengan pembangunan LRT yang bersifat satu-jalur-melingkar.

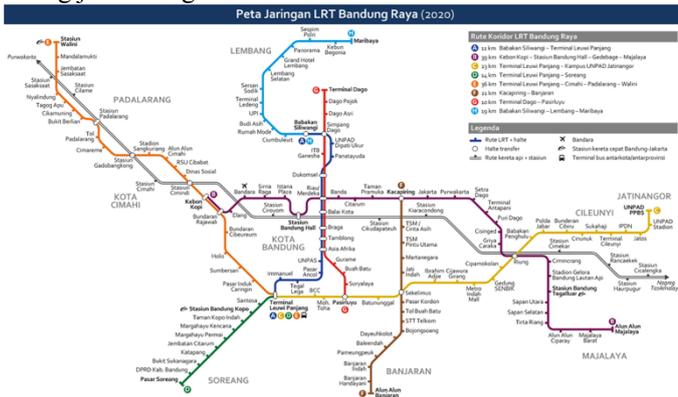
B. Menentukan Stasiun di Bandung

Akan dipilih lokasi-lokasi di kota Bandung berdasar asumsi kasar penulis. Dengan memilih 7 daerah secara acak dan terpencar, diharapkan seluruh wilayah Bandung relatif dapat terkoneksi dengan jalur KAR. Lokasi yang dipilih diasumsikan

telah dibuat stasiun. Adapun lokasi yang dipilih penulis sebagai berikut

1. Bandara Internasional Husein Sastranegara
2. Stasiun Bandung / Stasiun Hall
3. Trans Studio Mall Bandung
4. Institut Teknologi Bandung
5. Tegalega Bandung
6. Alun-alun Kota Bandung
7. Universitas Kristen Maranatha

Jalur yang dibuat hanya memperhatikan jarak terdekat antar stasiun, dan tidak memperhatikan jarak riil jika jalur kereta telah dibuat. Dengan hanya memperhatikan jarak antar stasiun, diharapkan jalur kereta yang dibuat menjadi lebih dekat. Pemilihan stasiun belum memperhatikan kepentingan dan prioritas yang mendetail. Adapun untuk LRT Bandung telah dirancang jalur sebagai berikut



Gambar 7: LRT Bandung Sumber:

<http://rumahbandungtea.blogspot.co.id/2016/05/rencana-lrt-kereta-api-bandung-raja.html>

Waktu akses: 13 Mei 2018, 21:53

C. Menerjemahkan Jarak Antar Stasiun Menjadi Matriks Bobot

Dipunyai matriks berbobot sebagai berikut

-999	2720	6670	3630	4170	3550	2180
2720	-999	3930	2450	2070	877	4080
6670	3930	-999	4560	3560	3300	7730
3630	2450	4560	-999	4560	3140	3330
4170	2070	3560	4560	-999	1420	4000
3550	877	3300	3140	1420	-999	4970
2180	4080	7730	3330	4000	4970	-999

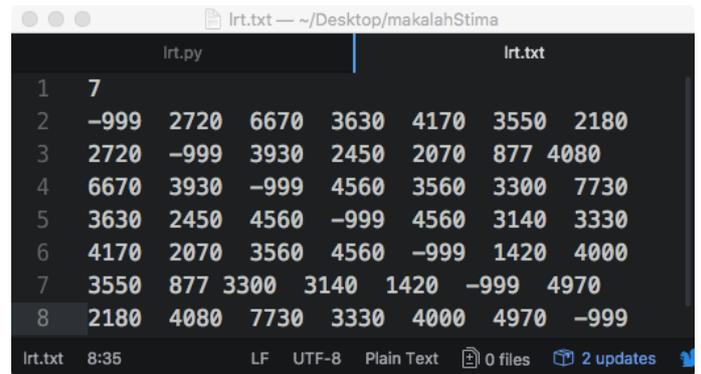
Matriks ini berisi jarak antar lokasi yang disesuaikan urutannya dengan nomor larik (larik dimulai dari nomor urut pertama hingga ketujuh). Matriks dalam meter. Dalam makalah ini, jarak tak hingga diwakili oleh -999.

IV. HASIL DAN ANALISIS

Penulis menggunakan Algoritme *Branch and Bound* untuk menyelesaikan permasalahan ini. Penulis menggunakan program yang telah dibuat untuk menyelesaikan matriks berbobot menjadi *reduced cost matrix*. Penulis menggunakan Bahasa Python 2.7 untuk membuat program ini.

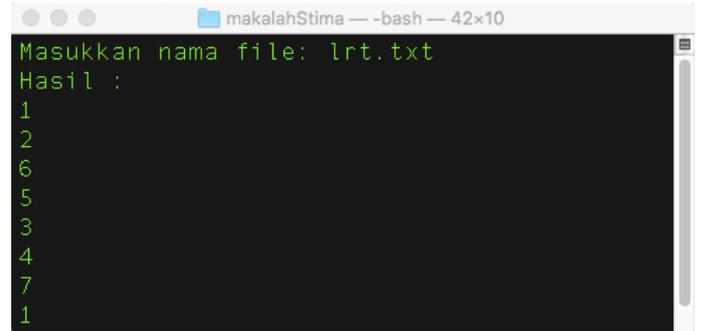
A. Menjalankan Program

Program menerima input matriks sebagai berikut



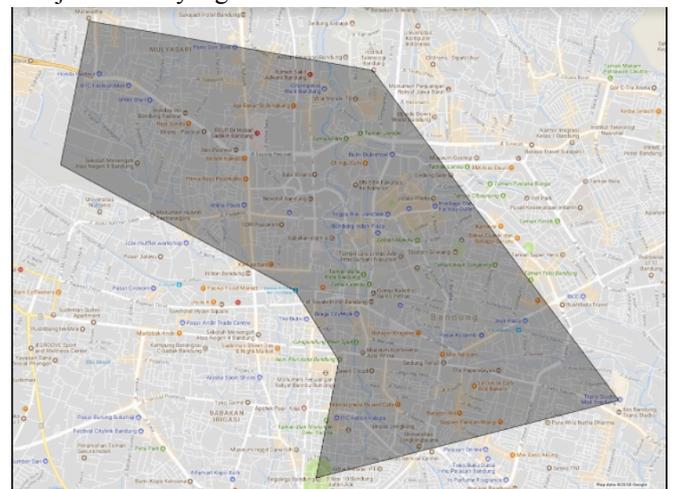
Gambar 8: Input Program

Program mengeluarkan output sebagai berikut



Gambar 9: Output Program

Hasil Matriks adalah sebuah jalur lingkaran yang dimulai dari 1 dan berakhir di 1. Urutan pengambilan dapat dilihat pada output. Urutan ini menandai stasiun yang harus diambil secara berurutan dalam jalur KAR yang dibuat.



Gambar 10: Gambar Jalur KAR dalam peta

B. Analisis Hasil

Rancangan jalur KAR relatif berbeda dari apa yang dirancang pemerintah. Hal ini dikarenakan prioritas penulis dan pemerintah berbeda. Selain itu, terdapat banyak sekali pertimbangan pemerintah dalam merancang jalur KAR. Pemerintah juga memiliki data yang lebih akurat dan lengkap daripada penulis. Adapun data yang sebaiknya dimiliki adalah data kepadatan penduduk, data dan rancangan pembangunan daerah perekonomian, dan jarak antar daerah dengan jalan *existing*. Oleh karena itu, penulis menyarankan perancangan jalur dengan algoritme *branch and bound* ini hanya digunakan untuk pembandingan saja.

V. KESIMPULAN

Jalur Kereta Api Ringan Bandung telah dirancang. Meski menggunakan data-data *dummy* dan asumsi kasar dari penulis, namun penggunaan *Branch and Bound* dengan *Reduced Cost Matrix* mangkus dan sangkil untuk mengatasi masalah *Travelling salesman problem*. Perancangan ini bisa digunakan untuk masalah lain yang berhubungan dengan masalah *Travelling salesman problem*, misalnya jalur bis, jalur tol laut, dan lain-lain.

Perancangan jalur ini hanya memperhatikan jarak antar stasiun dan belum memperhatikan pertimbangan lainnya, namun rancangan yang dibuat dapat dijadikan rancangan awal. Apabila ingin dibuat rancangan jalur KAR dengan mendetail maka hasilnya mirip dengan rancangan yang dibuat penulis. Apabila jumlah stasiun ditambah maka Algoritme dapat digunakan tanpa penyesuaian sedikitpun (Algoritme dapat digunakan untuk semua ukuran matriks). Begitupun dengan menggunakan stasiun lain maka apabila dipunyai jarak antar stasiun maka algoritme bisa digunakan.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan kasih-Nya, penulis dapat membuat makalah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Drs. Nur Ulfa Maulidevi, Ibu Masayu Leylia Khodra, ST., MT, dan Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T selaku dosen mata kuliah IF2211 Strategi Algoritma atas ilmu-ilmu yang telah diberikan dan bimbingannya selama satu semester. Tidak lupa penulis juga berterima kasih kepada keluarga dan teman-teman penulis atas dukungan moral dan doanya.

REFERENSI

- [1] <https://www.oxforddictionaries.com/?view=uk>, Diakses 13 Mei 2018 07.00
- [2] http://www.eastsiderailnow.org/lrt_technology_advances.html, Diakses 13 Mei 2018 07.00
- [3] Munir, Rinaldi. Matematika Diskrit, Bandung: Informatika, 2012, edisi kelima.
- [4] Rosen, K.H. Discrete Mathematics and Its Application. New York: McGraw-Hill, 2012, edisi ketujuh.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 14 Mei 2018



Untung Tanujaya