

**PENGGUNAAN ALGORITMA DIJKSTRA DALAM
MENENTUKAN RUTE TERCEPAT KAMPUS UMA 2
MENUJU KAMPUS UMA 1**

SKRIPSI

**OLEH :
ADITYA PRADIPTA SEMBIRING
18 811 0095**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/12/21

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

**PENGGUNAAN ALGORITMA DIJKSTRA DALAM
MENENTUKAN RUTE TERCEPAT KAMPUS UMA 2
MENUJU KAMPUS UMA 1**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/12/21

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Penggunaan Algoritma Dijkstra Dalam Menentukan Rute Tercepat Kampus UMA 2 Menuju Kampus UMA 1

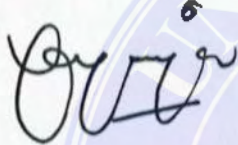
Nama : Aditya Pradipta Sembiring

NPM : 18 811 0095

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing,



Dr. Ir. Syafiatun Siregar, S. T, M. T.
Pembimbing I



M. Khahfi Zuhanda, S. Si, M. Si
Pembimbing II

Mengetahui,

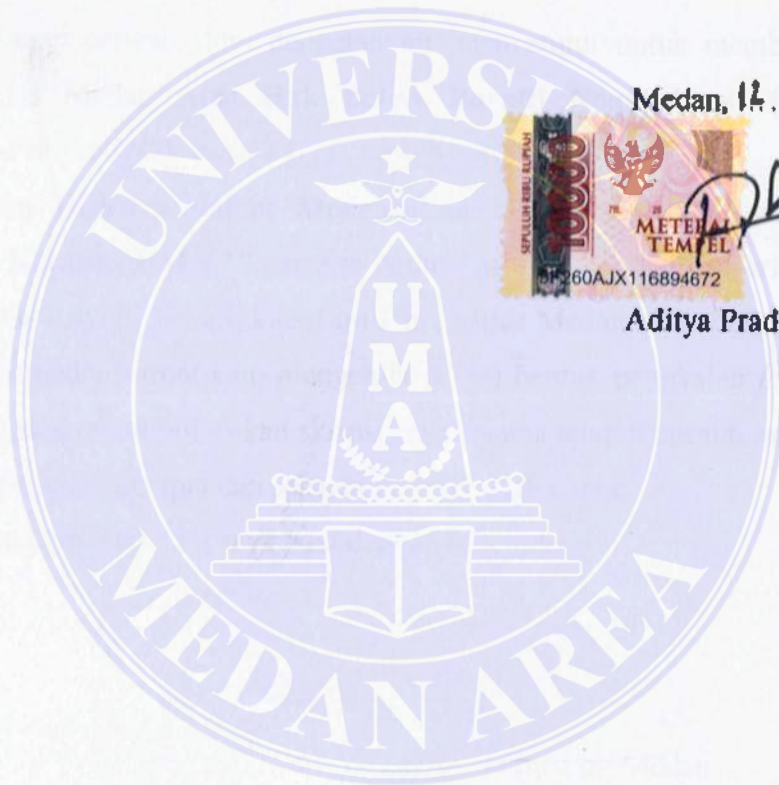

Dr. Ir. Ummi Masrizana, M. T.
Dekan
M. Khahfi Zuhanda, S. Kom, M. Kom.
Pj. Kaprodi Program Studi

Tanggal Sidang : 01 April 2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 12 April 2021



Aditya Pradipta Sembiring
188110095

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aditya Pradipta Sembiring
NPM : 188110095
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“Penggunaan Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Rute Tercepat Kampus 2 UMA menuju Kampus UMA 1”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada Tanggal: 12 April 2021

Yang Menyatakan:



(Aditya Pradipta Sembiring)

ABSTRAK

Kampus 1 UMA yang terletak di Jalan, H. Agus Salim Siregar dan Kampus 2 UMA yang terletak di Jalan Setia Budi memiliki jarak yang cukup jauh. Baik dosen atau pun mahasiswa selalu menyisakan waktu yang cukup lama untuk berpindah dari kampus 1 ke kampus 2. Beberapa mahasiswa ada yang mengikuti perkuliahan pada pagi hari di kampus 1 sampai pukul 16.00, dan sore harinya di kampus 2. Perkuliahan di kampus 2 dimulai pukul 17.00. Dosen dan mahasiswa hanya memiliki waktu kurang dari 1 jam jika hendak berpindah dari kampus 1 menuju kampus 2. Pemilihan rute tercepat adalah salah satu alternatif dalam efisiensi waktu.

Topik bahasan Laporan Tugas Akhir ini adalah perhitungan perbandingan waktu tempuh menggunakan Algoritma Dijkstra.

Dari Hasil perhitungan menggunakan Algoritma Dijkstra diperoleh dua buah rute tercepat yaitu rute dari Kampus 1 UMA menuju Kampus 2 UMA dan rute dari Kampus 2 UMA menuju Kampus 1 UMA.

Kata kunci : Rute Tercepat, Algoritma Dijkstra, Universitas Medan Area



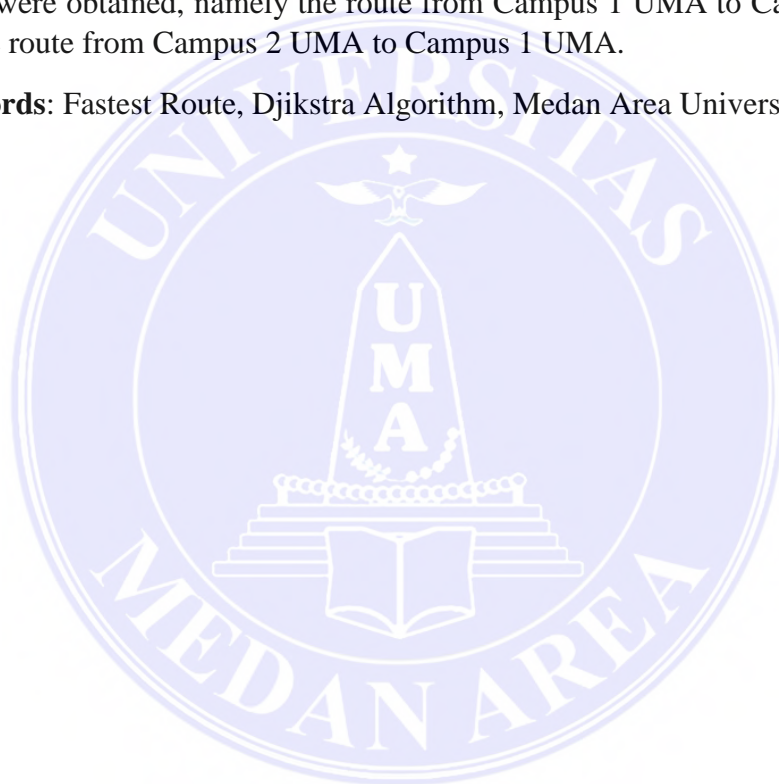
ABSTRACT

UMA Campus 1 which is located on Jalan, H. Agus Salim Siregar and Campus 2 UMA which is located on Jalan Setia Budi have quite a distance. Both lecturers and students always leave quite a long time to move from campus 1 to campus 2. Some students attend lectures in the morning on campus 1 until 16.00, and in the afternoon on campus 2. Lectures on campus 2 start at 17.00 . Lecturers and students only have less than 1 hour if they want to move from campus 1 to campus 2. Choosing the fastest route is one of the alternatives in time efficiency.

The topic of this Final Project Report is the calculation of travel time comparisons using the Dijkstra Algorithm.

From the results of calculations using the Dijkstra Algorithm, two fastest routes were obtained, namely the route from Campus 1 UMA to Campus 2 UMA and the route from Campus 2 UMA to Campus 1 UMA.

Keywords: Fastest Route, Dijkstra Algorithm, Medan Area University



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan. Pada tanggal 05 Februari 1996 dari ayah Emtariadi dan ibu Nova Nur Alemina Sitepu. Penulis merupakan putra 1 dari 4 bersaudara.

Tahun 2014 Penulis lulus dari SMA Negeri 17 Medan. Tahun 2017 Penulis lulus dari Politeknik Negeri Medan dan pada Tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) pada tahun 2016 di Jalan Bebas Hambatan Kualanamu – Tebing Tinggi.



KATA PENGANTAR

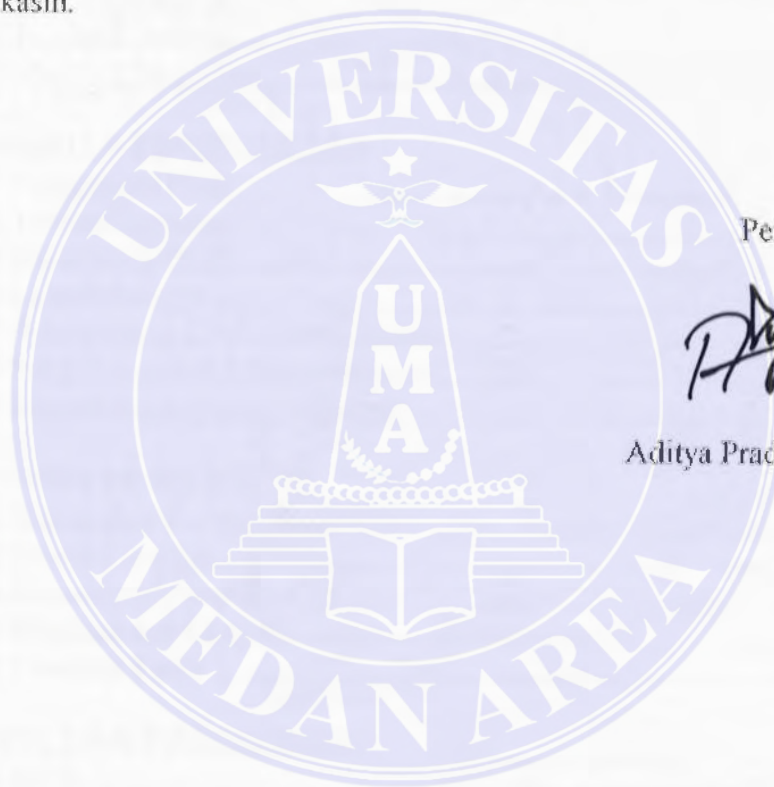
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Mahas Esa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah : Rute Terpendek dengan judul **"PENGUNAAN ALGORITMA DIJKSTRA DALAM MENENTUKAN RUTE TERCEPAT KAMPUS UMA 2 MENUJU KAMPUS UMA 1"**

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi, moral dan spiritual. Selayaknya Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, M. T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S. Kom, M. Kom., selaku Plt. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
4. Ibu Dr. Ir. Syafiatun Siregar, S. T, M. T, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak M. Khahfi Zuhanda, S. Si, M. Si, selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya, yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.

8. Serta teman-teman seperjuangan stambuk 2018 Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.



Penulis,

Aditya Pradipta Sembiring

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN KEPUSTAKAAN	
2.1 Pengenalan Graf	4
2.2 Terminologi Graf	4
2.3 Jenis-Jenis Graf	7
2.4 Keterhubungan	9
2.5 Representasi Graf Dalam Matriks	12
2.6 Rute Terpendek (<i>Shortest Route</i>).....	13
2.7 Pengertian Algoritma Dijkstra	14
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Bahan dan Alat	23
3.3 Metodologi Penelitian	23
3.4 Populasi dan Sampel	27
3.5 Prosedur Kerja	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	29
4.2 Pembahasan.....	39
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

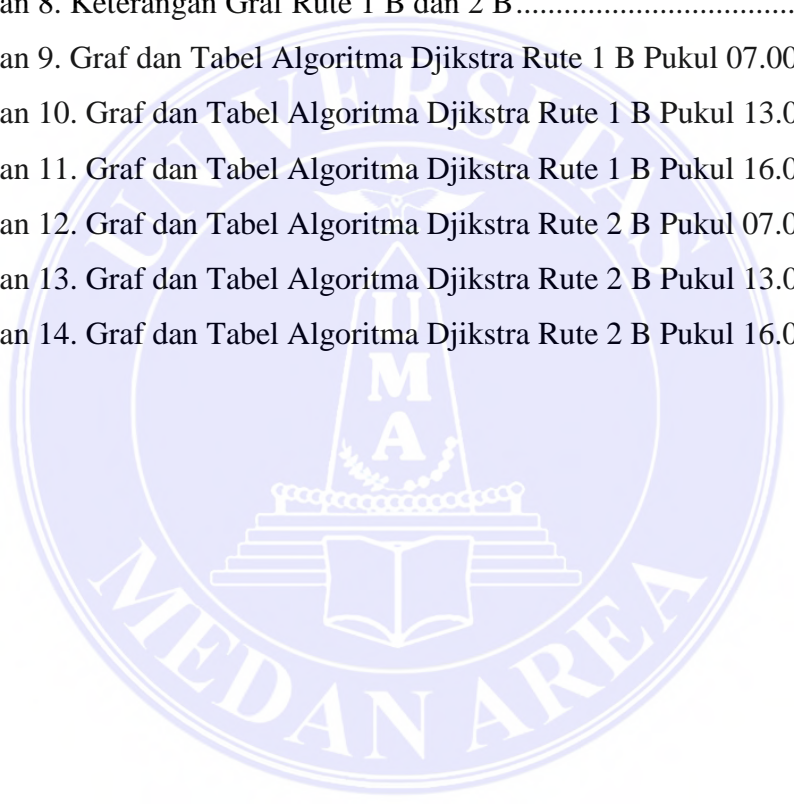
	Halaman
2.1 Jarak Node dalam <i>network</i>	18
2.2 Perhitungan Jarak	18
2.3 Penghilangan ruas uy dan xy	19
2.4 Pelingkaran $ux = 4$	19
2.5 Pencoretan $zc = 5(7)$ dan pelingkaran $yc = 1(5)$	19
2.6 Pencoretan $bv = 3 (9)$	19
2.7 Pencoretan $av = 3 (10)$	19
2.8 Pencoretan $bv = 3 (9)$	20
3.1 Survei waktu tempuh.....	25
3.2 Tabel Algoritma Dijkstra	25
3.3 Pengujian waktu tempuh	26
3.4 Pengujian selisih waktu tempuh.....	27
4.1 Keterangan rute 1 A	29
4.2 Keterangan rute 2 A	30
4.3 Keterangan rute 1 B	31
4.4 Keterangan rute 2 B	32
4.5 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 1 A pukul 07.00	32
4.6 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 1 A pukul 13.00	33
4.7 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 1 A pukul 16.00	33
4.8 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 2 A pukul 07.00	33
4.9 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 2 A pukul 13.00	34
4.10 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 2 A pukul 16.00	34
4.11 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 1 B pukul 07.00	35
4.12 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 1 B pukul 13.00	35
4.13 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 1 B pukul 16.00	36
4.14 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 2 B pukul 07.00	36
4.15 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 2 B pukul 13.00	37
4.16 Rekapitulasi Algoritma Dijkstra rute 2 B pukul 16.00	37
4.17 Perbandingan total waktu tempuh rute 1 A.....	38
4.18 Perbandingan total waktu tempuh rute 2 A.....	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Graf (V,E) berhubungan.....	5
2.2 Jenis graf berdasarkan ada tidaknya sisi-rangkap atau gelung.....	7
2.3 Jenis graf berdasarkan orientasi arah pada sisi graf.....	8
2.4 Jalan, jejak, rute, sirkuit dan sikel.....	10
2.5 Graf kosong dan graf berbobot.....	12
2.6 Graf G.....	13
2.7 Graf yang merupakan sebuah <i>network</i>	17
3.1 Rute 1 A (Kampus UMA 2 menuju Kampus UMA 1).....	21
3.2 Rute 1 B (Kampus UMA 1 menuju Kampus UMA 2).....	22
3.3 Rute 2 A (Kampus UMA 2 menuju Kampus UMA 1).....	22
3.4 Rute 2 B (Kampus UMA 1 menuju Kampus UMA 2).....	23
3.5 Penodean rute di persimpangan.....	25
4.1 Rute 1 A dan rute 2 A.....	29
4.2 Rute 1 B dan rute 2 B.....	31
4.3 <i>Chart</i> total waktu tempuh rute 1 A dan rute 2 A.....	38
4.4 <i>Chart</i> total waktu tempuh rute 1 B dan rute 2 B.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Keterangan Graf Rute 1 A dan 2 A	L-1
Lampiran 2. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 07.00.....	L-2
Lampiran 3. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 13.00.....	L-3
Lampiran 4. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 16.00.....	L-4
Lampiran 5. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 07.00.....	L-5
Lampiran 6. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 13.00.....	L-6
Lampiran 7. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 16.00.....	L-7
Lampiran 8. Keterangan Graf Rute 1 B dan 2 B.....	L-8
Lampiran 9. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 07.00	L-9
Lampiran 10. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 13.00	L-10
Lampiran 11. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 16.00	L-11
Lampiran 12. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 B Pukul 07.00	L-12
Lampiran 13. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 B Pukul 13.00	L-13
Lampiran 14. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 B Pukul 16.00	L-14



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kampus 1 UMA yang terletak di Jalan, H. Agus Salim Siregar dan Kampus 2 UMA yang terletak di Jalan Setia Budi memiliki jarak yang cukup jauh. Baik dosen atau pun mahasiswa selalu menyisakan waktu yang cukup lama untuk berpindah dari kampus 1 ke kampus 2. Beberapa mahasiswa ada yang mengikuti perkuliahan pada pagi hari di kampus 1 sampai pukul 16.00, dan sore harinya di kampus 2. Perkuliahan di kampus 2 dimulai pukul 17.00. Dosen dan mahasiswa hanya memiliki waktu kurang dari 1 jam jika hendak berpindah dari kampus 1 menuju kampus 2.

Rute adalah jarak ataupun arah yang harus dilalui secara berurutan. Rute perjalanan adalah jarak tempuh atau arah tempuh dari satu tempat ke tempat lainnya secara berurutan dalam waktu tertentu. Setiap rute memiliki masing-masing situasi yang berbeda-beda meliputi lebar jalan, ruas jalan, hambatan samping dan waktu tunda (*traffic light*) yang juga berbeda-beda. Semakin padat pengguna jalan yang berada di sebuah rute, maka situasi jalan juga semakin banyak.

Rute-rute yang dapat dilalui untuk berpindah dari kampus 1 menuju kampus 2 ada banyak. Setiap rute memiliki kondisi yang berbeda sehingga membuat waktu tempuhnya berbeda. Sangat menguntungkan bagi Dosen dan mahasiswa bila mengetahui rute mana yang tercepat agar sampai tujuan. Dosen dan mahasiswa bisa mempergunakan waktu yang tersisa lebih efisien dan tidak tergesa-gesa.

Pencarian rute tercepat pada jaringan jalan untuk mencari alternatif dalam masalah kemacetan lalu lintas. Dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan pengambilan keputusan, dalam ilmu matematika diperlukan suatu teknik pemecahan masalah yaitu dengan menerapkan perhitungan Algoritma Dijkstra. Penentuan rute yang paling efisien untuk

mencari alternatif dalam masalah kemacetan lalu lintas termasuk ke dalam permasalahan analisis jaringan. Karena yang dicari adalah menentukan rute terpendek jaringan jalan sebagai salah satu alternatif penyelesaian masalah kemacetan lalu lintas.

Algoritma Dijkstra ini sangat cocok dipergunakan untuk penentuan rute tercepat pada jaringan jalan karena nilai bobotnya harus positif. Ada juga algoritma Floyd-Warshall. Tetapi dalam penerapannya, Algoritma Dijkstra lebih manjur karena menggunakan data yang dinamis atau berubah-ubah. Sangat cocok untuk menentukan rute tercepat dengan waktu tempuh yang berbeda-beda. Sedangkan Algoritma Floyd-Warshall menggunakan data yang statis atau tetap.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul” **Penggunaan Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Waktu Tempuh Tercepat Kampus UMA 2 Menuju Kampus UMA 1**” agar mahasiswa dan dosen yang hendak berpindah dari kampus 1 menuju kampus 2 ataupun sebaliknya, dapat mempergunakan waktu dengan lebih baik. Baik dosen dan mahasiswa sudah memiliki batasan jam tertentu agar bisa sampai tujuan dengan tepat waktu.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang diteliti adalah sebagai berikut:

- a. Apa saja rute jalan yang dapat dilalui dari kampus 2 UMA ke kampus 1 UMA?
- b. Berapa waktu tempuh perjalanan untuk masing-masing rute?
- c. Manakah rute dengan waktu tempuh tercepat?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya perkembangan yang bisa ditemukan dalam permasalahan ini, maka perlu adanya batasan-batasan masalah. Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Ruas jalan yang digunakan ruas jalan arteri, ruas jalan kolektor, dan ruas jalan lokal.
- b. Ruas-ruas jalan yang akan penulis teliti diantaranya di mulai dari Kampus 2 UMA (Jl. Sei Serayu) menuju Kampus 1 (Jl. H. Agus Salim Siregar).
- c. Bobot sisi pada graf merepresentasikan waktu tempuh antar titik.
- d. Waktu tempuh perjalanan termasuk hambatan samping
- e. Penelitian ini hanya untuk menguji rute tercepat yang dilalui tanpa mengukur efisiensi dari bahan bakar.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penulisan adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui rute jalan dari kampus 2 UMA ke kampus 1 UMA
- b. Untuk mengetahui waktu tempuh setiap rute dari kampus 2 UMA ke kampus 1 UMA
- c. Untuk mengetahui waktu tempuh tercepat rute jalan dari kampus 2 UMA ke kampus 1 UMA.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagi Mahasiswa

1. Untuk menambah wawasan tentang Penggunaan Algoritma Dijkstra dalam solusi untuk pencarian rute tercepat.
2. Untuk memberikan alternatif rute tercepat agar waktu tempuh lebih efisien.

5.1 Bagi Masyarakat

- a. Mempermudah masyarakat dalam menemukan jalur terbaik untuk menempuh perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain.
- b. Membantu masyarakat untuk mengetahui jalur alternatif yang dapat digunakan ketika jalur yang biasa mereka lalui tidak efektif dan memakan waktu yang lama.

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Pengenalan Graf

Sebuah graf G terdiri dari 2 himpunan yang berhingga, yaitu himpunan titik-titik tidak kosong $V(G)$ dan himpunan garis-garis simbol $E(G)$. Setiap garis berhubungan dengan satu atau dua titik. Suatu graf $G = (V, E)$ didefinisikan sebagai pasangan himpunan sisi dan simpul dengan $V(G) =$ Himpunan simpul $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ dan $E(G) =$ Himpunan sisi $\{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$.

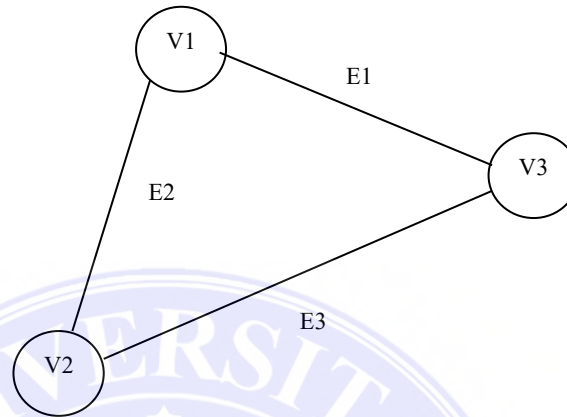
Setiap garis berhubungan dengan satu atau dua titik. Titik – titik tersebut dinamakan Titik Ujung. Garis yang hanya berhubungan dengan satu titik ujung disebut *Loop*. Dua garis berbeda yang menghubungkan titik yang sama disebut Garis Paralel. (Jong Jek Siang, 2009 :218)

Selanjutnya Jong Jek Siang menyatakan, dua titik dikatakan berhubungan (*adjacent*) jika ada garis yang menghubungkan keduanya. Titik yang tidak memiliki garis yang berhubungan dengannya disebut titik terasing (*isolating point*). Graf yang tidak memiliki titik (sehingga tidak memiliki garis) disebut Graf Kosong.

Setiap sisi berhubungan satu atau dua simpul. Dua buah simpul dikatakan berhubungan atau bertetangga (*adjacent*) jika ada sisi yang menghubungkan keduanya. Berdasarkan orientasi yang ada pada sisinya, graf dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu: Graf berarah (*direct graph*) yaitu graf yang setiap sisinya diberikan arah sehingga untuk dua simpul v_i dan v_j , maka $(v_i, v_j) \neq (v_j, v_i)$ dan graf tak berarah (*undirect graph*) yaitu graf yang sisinya tidak mengandung arah sehingga untuk dua simpul v_i dan v_j maka $(v_i, v_j) = (v_j, v_i)$. Selain itu juga dikenal graf berbobot yaitu graf yang sisinya memiliki bobot. (Deiby T. Salaki, 2011: 74)

Misalkan u dan v adalah dua titik di G dan $e = (u, v)$ (sering ditulis $e = uv$) adalah sebuah sisi G . Titik u dan titik v berhubungan langsung (*adjacent*)

di G , sisi e menghubungkan (*joining*) titik u dan titik v di G , u dan v titik-titik akhir sisi e , sisi e terkait (*incident*) dengan titik u dan juga titik v . (Leni Marlina, 2017: 14)



Gambar 2.1 Graf (V, E) berhubungan

Sumber: Leni Marlina, 2017

2.2 Terminologi Graf

Ada beberapa terminologi dari teori graf yang digunakan untuk menjelaskan apa yang dilihat ketika melihat suatu graf.

a. Titik (*Vertex*)

Titik pada suatu graf disimbolkan dengan v dan direpresentasikan dengan sebuah noktah. (Leni Marlina, 2017: 15)

b. Sisi (*Edges*)

Sisi yang menghubungkan dua titik pada suatu graf disimbolkan dengan e dan direpresentasikan dengan sebuah kurva sederhana (ruas garis) dengan titik-titik akhir di kedua titik tersebut. (Leni Marlina, 2017: 15).

c. Sisi-rangkap/Sisi-ganda (*Multiple-edges*)

Jika terdapat lebih dari satu sisi yang menghubungkan dua titik u dan v pada suatu graf, maka sisi-sisi tersebut disebut sisi-rangkap/sisi-ganda. (Leni Marlina, 2017: 15)

d. Gelang (*Loop*)

Sebuah sisi graf yang menghubungkan sebuah titik dengan dirinya sendiri disebut gelang (*loop*). (Leni Marlina, 2017: 15)

e. Derajat Titik

Misalkan G sebuah graf dan v sebuah titik G , derajat titik v dilambangkan dengan $d_G(v)$ atau $d(v)$ adalah banyaknya sisi G yang terkait dengan titik v (dengan catatan setiap gelang dihitung dua kali). (Leni Marlina, 2017: 15)

Derajat minimum G dilambangkan dengan $\delta(G)$, didefinisikan sebagai berikut:

$$\delta(G) = \text{minimum } \{d(v) \mid v \in V(G)\} \dots \dots \dots (2.1)$$

Sedangkan derajat maksimum G dilambangkan dengan $\Delta(G)$, didefinisikan sebagai berikut.

$$\Delta(G) = \text{maksimum } \{d(v) \mid v \in V(G)\} \dots \dots \dots (2.2)$$

f. Ketetanggan

Misalkan u dan v adalah dua titik di G , titik u dan v dikatakan bertetanggan bila keduanya terhubung langsung di G . (Leni Marlina, 2017: 16)

g. Bersisian

Misalkan u dan v adalah dua titik di G dan $e = (u,v)$, maka dapat dikatakan e bersisian dengan titik u atau e bersisian dengan titik v . (Leni Marlina, 2017: 16)

h. Titik Terpencil

Titik terpencil adalah titik yang tidak mempunyai sisi yang berisian dengannya. (Leni Marlina, 2017: 16)

2.3 Jenis – Jenis Graf

Graf dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori (jenis) bergantung pada sudut pandang pengelompokkannya. Pengelompokkan graf dapat dipandang berdasarkan ada tidaknya sisi – rangkap atau gelung dan berdasarkan orientasi arah pada sisi graf. (Leni Marlina, 2017: 17)

a. Jenis Graf Berdasarkan Ada Tidaknya Sisi-Rangkap atau Gelung

Berdasarkan ada tidaknya sisi rangkap atau gelung pada suatu graf, graf dibedakan menjadi dua jenis.

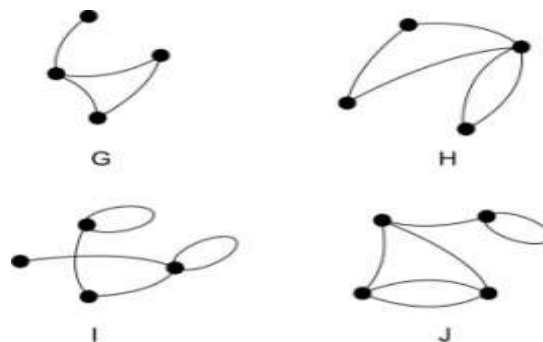
1) Graf Sederhana (*Simple Graph*)

Graf yang tidak mempunyai sisi-rangkap dan tidak memiliki gelung disebut graf sederhana. (Leni Marlina, 2017: 17)

2) Graf Tak Sederhana (*Unsimple Graph*)

Graf yang mengandung sisi-rangkap atau gelung dinamakan graf tidak sederhana. Ada dua macam graf, yaitu graf rangkap (*multi graph*) dan graf semu (*pseudo graph*). (Leni Marlina, 2017: 18)

Sebagai contoh, disajikan graf G, H, I dan J berikut.



Gambar 2.2 Jenis Graf berdasarkan ada tidaknya sisi-rangkap atau gelung

Sumber: Leni Marlina, 2017: 18

Keterangan:

G graf sederhana

H graf rangkap

I graf tak sederhana (graf semu tanpa sisi-rangkap)

J graf tak sederhana (graf semu dengan sisi-rangkap)

b. Jenis Graf Berdasarkan Orientasi Arah Pada Sisi Graf

Berdasarkan orientasi arah pada sisi graf, graf dibedakan menjadi dua jenis.

1) Graf Tak Berarah (*Undirected Graph*)

Graf tak berarah (*Undirected Graph*) adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah. Misalkan pada suatu graf G, sisi $e = (u, v)$ merupakan sisi yang sama dengan $e = (v, u)$. (Leni Marlina, 2017: 19)

2) Graf Berarah (*Directed Graph*)

Graf berarah (*Directed Graph*) adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. Misalkan pada suatu graf G, sisi $e = (u, v)$ tidak sama dengan sisi $e = (v, u)$. (Leni Marlina, 2017: 19)

Sebagai contoh, disajikan graf G dan H berikut.



Gambar 2.3. Jenis Graf Berdasarkan Orientasi Arah Pada Sisi Graf

Sumber: Leni Marlina, 2017: 19

Keterangan:

G graf tak berarah, dimana sisi $(A, B) = (B, A)$

H graf berarah, dimana sisi $(A, B) \neq (B, A)$

2.4 Keterhubungan

Ada beberapa keterhubungan dari teori graf yang digunakan untuk menjelaskan suatu barisan yang suku-sukunya bergantian titik dan sisi pada suatu graf. (Leni Marlina, 2017: 20)

a. Jalan (*Walk*)

Misalkan G adalah sebuah graf. Sebuah jalan (walk) di G adalah sebuah barisan berhingga (tak kosong) $W = (v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, e_3, \dots, v_k, e_k)$ yang suku-sukunya bergantian dan sisi, sedemikian hingga v_{i-1} dan v_i adalah titik-titik akhir sisi e_i , untuk $1 \leq i \leq k$. W adalah sebuah jalan dari titik v_0 ke titik v_k atau jalan $-(v_0, v_k)$. Titik v_0 dan v_k berturut-turut disebut titik awal dan titik akhir W . sedangkan titik-titik $v_1, v_2, v_3, \dots, v_{k-1}$ disebut titik-titik internal W , dan k disebut panjang jalan W . Panjang jalan W adalah banyaknya sisi dalam W . Sebuah jalan W dengan panjang positif disebut tertutup jika titik awal dan titik akhir W identik. (Leni Marlina, 2017: 20)

b. Jejak (*Trail*)

Misalkan G adalah sebuah graf. Jika terdapat sebuah jalan W dengan semua sisi $e_1, e_2, e_3, \dots, e_k$ dan titik $v_0, v_1, v_2, \dots, v_k$ berbeda maka W disebut sebuah rute (*route*). (Leni Marlina, 2017: 20)

c. Jejak Tertutup (*Sirkuit*)

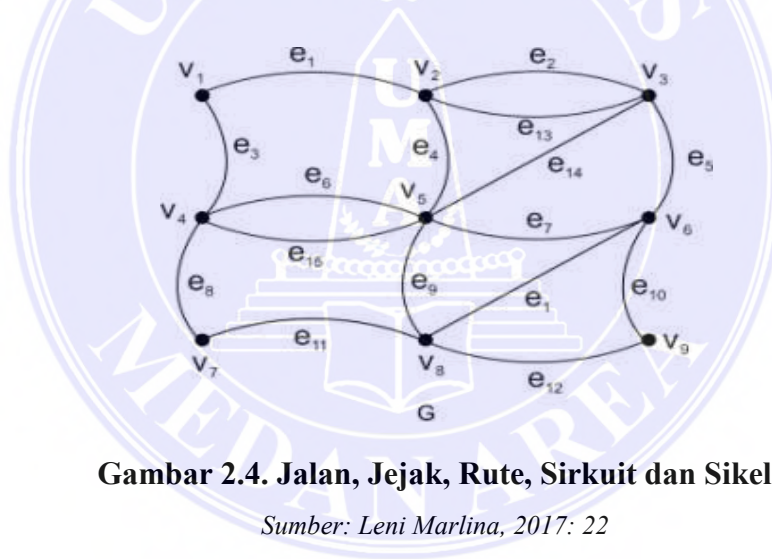
Jejak yang berawal dan berakhir pada titik yang sama disebut sirkuit. Sebuah sirkuit dikatakan sirkuit sederhana (*simple circuit*) jika sirkuit tersebut tidak memuat atau melewati sisi yang sama dua kali (setiap sisi hanya dilewati satu kali). Sebuah sirkuit dikatakan sirkuit dasar (*elementary circuit*) jika sirkuit tersebut tidak membuat atau tidak melewati titik yang sama dua kali (setiap titik hanya dilewati satu kali, titik awal dan titik akhir boleh sama) atau bisa disebut siklus (*cycle*).

Banyaknya sisi dalam suatu siklus disebut panjang dari siklus tersebut. Siklus dengan panjang k disebut siklus- k , disimbolkan dengan C_k . Sebuah siklus yang memuat semua titik sebuah graf disebut siklus Hamilton. Graf yang memuat siklus Hamilton disebut graf Hamilton. (Leni Marlina, 2017: 21)

d. Sirkuit Euler

Sirkuit Euler adalah sebuah sirkuit di graf G yang memuat semua sisi G . Sebuah graf yang memuat semua sirkuit Euler disebut graf Euler. Misalkan G adalah sebuah graf. Sirkuit Euler G adalah sebuah sirkuit dimana setiap titik dalam G muncul paling sedikit sekali dan setiap sisi dalam G muncul tepat satu kali.

Sebagai contoh, disajikan graf G berikut.



Gambar 2.4. Jalan, Jejak, Rute, Sirkuit dan Siklus

Sumber: Leni Marlina, 2017: 22

Keterangan:

- 1) Barisan $(v_1, e_1, v_2, e_2, v_3, e_5, v_6, e_5, v_3)$ adalah sebuah jalan-garis (v_1, v_3) di graf G yang panjangnya 4. Karena dalam barisan ini sisi e_5 muncul lebih dari satu kali, jelas barisan ini bukan jejak.
- 2) Barisan $(v_1, e_3, v_4, e_6, v_5, e_9, v_8, e_{11}, v_7, e_8, v_4)$ adalah sebuah jejak buka di G dengan panjang 5. Karena titik v_4 muncul lebih dari satu kali maka jejak tersebut bukan rute.

- 3) Barisan $(v_1, e_3, v_4, e_8, v_7, e_{11}, v_8, e_9, v_5)$ adalah sebuah rute di graf G dengan panjang 4.
- 4) Barisan $(v_1, e_1, v_2, e_4, v_5, e_9, v_8, e_{12}, v_9, e_{10}, v_6, e_7, v_5, e_6, v_4, e_3, v_1)$ adalah sebuah jejak tutup (sirkuit) di G dengan panjang 8. Jejak tutup ini bukan sikel karena titik interval v_5 muncul lebih dari satu kali.

Sirkuit $(v_1, e_1, v_2, e_2, v_3, e_{13}, v_2, e_4, v_5, e_{14}, v_3, e_5, v_6, e_7, v_5, e_9, v_8, e_{16}, v_6, e_{10}, v_9, e_{12}, v_8, e_{11}, v_7, e_8, v_4, e_6, v_5, e_{15}, v_4, e_3, v_1)$ adalah sebuah sirkuit Euler. Jadi, G adalah graf Euler.

- 5) Barisan $(v_1, e_3, v_4, e_6, v_5, e_4, v_2, e_1, v_1)$ adalah sebuah sikel di G dengan panjang 4.

Sikel $(v_1, e_1, v_2, e_2, v_3, e_{14}, v_5, e_7, v_6, e_{10}, v_9, e_{12}, v_8, e_{11}, v_7, e_8, v_4, e_3, v_1)$ memuat semua titik G , jadi sikel tersebut merupakan sikel Hamilton. Dengan demikian graf G merupakan graf Hamilton.

e. Graf Kosong (Graf Nol)

Graf Kosong (graf nol) yaitu graf yang tidak memiliki sisi. Graf nol dengan n titik dilambangkan (N_n) . (Leni Marlina, 2017: 23)

f. Graf Berlabel (Graf-Bobot)

Graf berlabel/berbobot adalah sebuah graf yang setiap sisinya dikaitkan dengan suatu bilangan real. Bilangan yang dikaitkan ke suatu sisi G disebut bobot sisi tersebut. Bobot graf G dilambangkan $w(G)$ adalah jumlah bobot semua sisi G . (Leni Marlina, 2017: 23)

Sebagai contoh, disajikan dalam graf G dan H berikut.



Gambar 2.5 Graf Kosong dan Graf Berbobot

Sumber: Leni Marlina, 2017: 23

Keterangan:

G graf kosong dengan 3 titik

H graf berbobot dengan $w(H) = 12$

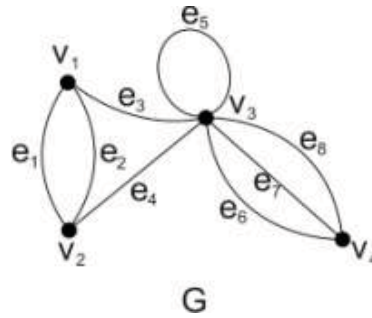
2.5 Representasi Graf Dalam Matriks

Suatu graf dapat disajikan dalam bentuk matriks. Ada dua jenis matriks yang dapat digunakan yaitu matriks berhubungan-langsung (*adjacency matrix*) dan matriks keterkaitan (*incidence matrix*). (Leni Marlina, 2017: 24)

a. Matriks Berhubungan-Langsung (Adjacency Matrix)

Misalkan G sebuah graf dengan $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$. Matriks berhubungan-langsung graf G adalah matriks bujur sangkar $A(G) = (a_{ij})$ berordo $n \times n$ yang baris-baris dan kolom-kolomnya dilabel dengan label titik-titik graf G sedemikian hingga elemen a_{ij} menyatakan banyaknya sisi G yang menghubungkan titik v_i dan v_j . (Leni Marlina, 2017: 24)

Sebagai contoh, disajikan graf G berikut.



Gambar 2.6 Graf G

Sumber: Leni Marlina, 2017: 25

b. Matriks Keterkaitan (*Incidence Matrix*)

Jika graf G mempunyai n buah titik: v_1, v_2, \dots, v_n dan t buah sisi: e_1, e_2, \dots, e_t , maka matriks keterkaitan (incidence matrix) graf G adalah matriks $M(G) = (m_{ij})$ berordo $n \times t$ yang baris-barisnya dilabel dengan label titik-titik G dan kolom-kolomnya dilabel dengan sisi-sisi G. (Leni Marlina, 2017: 25)

2.6 Rute Terpendek (Shortest Route)

Panjang rute dalam sebuah graf-berbobot adalah jumlah bobot semua sisi pada rute tersebut. Misalkan u dan v dua titik di graf G. Rute (u,v) di G dengan panjang minimum adalah rute terpendek antara u dan v . Sedangkan panjang rute dari u ke v dinotasikan dengan $d_G(u,v)$, didefinisikan sebagai panjang rute terpendek antara titik u dan v di G. (Leni Marlina, 2017: 26)

Permasalahan mencari rute terpendek ini dapat dipecahkan dengan berbagai algoritma. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan Algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra digunakan untuk mencari rute terpendek dari suatu jalur yang akan di teliti. (Leni Marlina, 2017: 26)

2.7 Pengertian Algoritma Dijkstra

Dalam teori graf, penentuan jalur optimal dari satu titik ke titik lain merupakan permasalahan yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari (Rosen, 2011). Salah satu algoritma yang dapat menentukan pencarian jalur optimal tersebut adalah Algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra ditemukan oleh ilmuwan komputer Belanda yang bernama Edsger Dijkstra pada tahun 1956 dan diterbitkan pada tahun 1959. Algoritma ini hanya diterapkan pada graf berbobot positif dan sering kali digunakan untuk menentukan jalur terpendek dengan biaya minimum (Kalpana dan Tyagi, 2017). (Utti Marina Rifanti, 2017: 93)

Algoritma yang ditemukan oleh Dijkstra untuk mencari path terpendek merupakan algoritma yang lebih efisien dibandingkan Algoritma Warshall, meskipun implementasinya juga lebih sukar. (Drs. Jong Jek Siang, M. Sc, 2009: 306).

Algoritma merupakan suatu metode yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari bangun tidur sampai tidur lagi adalah suatu rutinitas yang secara tidak sadar juga menggunakan algoritma. Secara umumnya, algoritma adalah urutan penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis menggunakan Bahasa yang logis untuk memecahkan suatu permasalahan. Selain digunakan dalam kegiatan sehari-hari, algoritma juga digunakan sebagai pendukung berjalannya suatu sistem. Salah satu contoh algoritma adalah untuk menentukan rute terpendek. (Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 238)

Metode untuk menemukan rute dalam sebuah sistem, sangatlah dibutuhkan. Hal tersebut membuat user lebih efisien waktu, cepat dan tepat untuk sampai ke lokasi tujuan. Untuk mendapatkan rute terpendek, ada beberapa algoritma yang dapat digunakan. (Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 238)

Misalkan G adalah graf berarah berlabel dengan titik-titik $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ dan path terpendek yang dicari adalah dari v_1 ke v_n . Algoritma Dijkstra dimulai dari titik v_1 . Dalam iterasinya, algoritma akan mencari satu titik yang jumlah bobotnya dari titik 1 terkecil. Titik-titik yang terpilih dipisahkan, dan titik-titik tersebut tidak diperhatikan lagi dalam iterasinya berikutnya. (Leni Marlina, 2017: 28-29)

Misalkan:

$$V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}.$$

L = Himpunan titik-titik $\in V(G)$ yang sudah terpilih dalam jalur path terpendek

$D(j)$ = Jumlah bobot path terkecil dari v_1 ke v_j .

$w(i,j)$ = Bobot garis dari titik v_i ke v_j .

$w^*(1,j)$ = Jumlah bobot path terkecil dari v_1 ke v_j

Algoritma merupakan susunan langkah-langkah untuk menyelesaikan sebuah permasalahan. Algoritma pencarian rute terpendek maksudnya adalah bagaimana algoritma bekerja untuk mengoptimalkan pencarian rute terpendek dari lokasi awal menuju ke lokasi tujuan dengan memperhitungkan jarak kalkulasi terpendek. (Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 238)

Rute terpendek dapat diselesaikan dengan beberapa algoritma, yaitu Algoritma Dijkstra, Algoritma A star, Algoritma Floyd, Algoritma Bellman dan masih banyak lagi. Inti dari beberapa algoritma tadi adalah menentukan jarak terpendek dari node-node yang terhubung. (Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 238)

Algoritma Dijkstra (minimum path dari graph berbobot) adalah untuk mencari jalur (*path*) yang termurah dari suatu vertex awal ke vertex akhir. Algoritma ini berbasis pada teknik *greedy*, dimana digunakan

sebuah himpunan vertex S yang mula-mula diisi dengan vertex awal. Pada setiap langkah vertex v berikutnya yang memiliki bobot terkecil atau biaya termurah, ditambahkan. Sebuah array D biasa digunakan untuk merekam panjang jalur terpendek dari vertex awal ke vertex akhir. (Dr. Suarga, 2012: 236-237)

Menurut Binus, 2020, Algoritma Dijkstra bekerja dengan membuat jalur ke satu simpul optimal pada setiap langkah. Jadi pada langkah ke n , setidaknya ada n node yang sudah kita tahu jalur terpendek. Langkah-langkah Algoritma Dijkstra dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tentukan titik mana yang akan menjadi node awal, lalu beri bobot jarak pada node pertama ke node tersebut satu per satu. Dijkstra akan melakukan pengembangan pencarian dari satu titik ke titik lain dan ke titik selanjutnya tahap demi tahap.
2. Beri nilai bobot (jarak) untuk setiap titik ke titik lainnya, lalu set nilai 0 pada node awal dan nilai tak hingga terhadap node lain.
3. Set semua node yang belum dilalui dan set node awal sebagai “Node keberangkatan” ‘
4. Dari node keberangkatan, pertimbangkan node tetangga yang belum dilalui dan hitung jaraknya dari titik keberangkatan. Jika jarak ini lebih kecil dari jarak sebelumnya (yang telah terekam sebelumnya) hapus data lama, simpan ulang data jarak dengan jarak yang baru.
5. Saat kita selesai mempertimbangkan setiap jarak terhadap node tetangga, tandai node yang telah dilalui sebagai “Node dilewati”. Node yang dilewati tidak akan pernah di cek kembali, jarak yang disimpan adalah jarak terakhir dan yang paling minimal bobotnya.
6. Set “Node belum dilewati” dengan jarak terkecil (dari node keberangkatan) sebagai “Node keberangkatan” selanjutnya dan ulangi langkah 5.

Beberapa penelitian sebelumnya, algoritma dijkstra digunakan untuk mencari tempat parkir. Karna menurut peneliti pencarian tempat parkir secara manual masih belum efisien karna membutuhkan waktu lama, terutama ketika sedang berada di pusat perbelajaan. Ketika driver menekan tombol untuk mengambil tiket parkir, maka akan tercetak tiket beserta minimap untuk memudahkan driver mencari tempat parkir. Software yang digunakan adalah *LabView* untuk implementasi Dijkstra dan beberapa hardware untuk membantu proses pencarian tempat parkir. Diantaranya: *Digital converter*, GIS, GPS, *Infrared*, LCD, LED, *National Instrument*, *Printed Circuit Board* dan lain lain. Perbedaan penelitian yang dahulu dengan yang sekarang sangatlah signifikan. Mulai dari software dan hardware yang digunakan, kegunaan dalam pengimplementasian Dijkstra, dan alat alat yang digunakan untuk mendukung penelitian tersebut. Algoritma Dijkstra juga digunakan dalam proses routing didalam jaringan internet. Routing adalah proses menemukan jalan antara sumber dan tujuan berdasarkan transmisi data. Untuk menemukan rute terpendek untuk transmisi data didalam jaringan, Dijkstra menggunakan koneksi matrik dan berat dari matrik. Matrik terdiri dari beberapa path dari node awal ke node tujuan. Software yang digunakan dalam proses routing adalah Matlab. (Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 239)



Gambar 2.7 Graf yang merupakan sebuah *network*

Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 239

Untuk mendapatkan jalur terpendek dari simpul U ke V, maka langkah-langkah yang dilakukan : Simpul U adalah sumber (*source*)

Simpul V adalah muara (*sink*)

Untuk menentukan jalur terpendek, maka dibuat tabel seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jarak node dalam *network*

u	x	y	z	a	b	c	v
ux = 4	xy = 3	yb = 2	zy = 2	ab = 2	bv = 3	cv = 3	
uy = 6	xa = 3	yc = 1	zc = 3	av = 3			
uz = 2							

Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 239

Dimulai dengan simpul u, sebagai simpul awal. Beri harga = 0. Ambil simpul dengan jarak terdekat dari simpul u (pada gambar diatas z = 2), lingkari uz. Hapus semua ruas lain yang berakhir di z. Beri nilai = 2 dibelakang z. simpul yang telah dihitung, ditandai dengan (*).

Tabel 2.2 Perhitungan jarak

u*(0)	x	y	z*(2)	a	b	c	v
ux = 4	xy = 3	yb = 2	zy = 2(4)	ab = 2	bv = 3	cv = 3	
uy = 6	xa = 3	yc = 1	zc = 5(7)	av = 3			
uz = 2							

Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 239

Simpul u dan z telah ditandai dengan (*), cari simpul lain yang jarak terdekatnya dihitung dari u. Perhatikan nilai perhitungan atau bobot yang telah tertulis disimpul (0 untuk u dan 2 untuk z). Pada tabel diatas, ux bernilai 4 dan uzy = 2 + 2 = 4 adalah nilai minimum. Diperbolehkan untuk memilih salah satu, contoh uzy. Beri nilai 4 pada y. Tandai zy, hapus ruas lain yang menuju y yaitu uy dan xy.

Tabel 2.3 Penghilangan ruas uy dan xy

$u^*(0)$	x	y	$z^*(2)$	a	b	c	v
$ux = 4$	$xy = 3$	$yb = 2$	$zy = 2(4)$	$ab = 2$	$bv = 3$	$cv = 3$	
$uy = 6$	$xa = 3$	$yc = 1$	$zc = 5(7)$	$av = 3$			
$uz = 2$							

Sumber: Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 240

Tabel 2.4 Pelingkaran $ux = 4$

$u^*(0)$	$x^*(4)$	$y^*(4)$	$z^*(2)$	a	b	c	v
$ux = 4$	$xy = 3$	$yb = 2(6)$	$zy = 2(4)$	$ab = 2$	$bv = 3$	$cv = 3$	
$uy = 6$	$xa = 3(7)$	$yc = 1(5)$	$zc = 5(7)$	$av = 3$			
$uz = 2$							

Sumber: Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 240

Tabel 2.5 Pencoretan $zc = 5(7)$ dan pelingkaran $yc = 1(5)$

$u^*(0)$	$x^*(4)$	$y^*(3)$	$z^*(2)$	a	b	$c^*(5)$	v
$ux = 4$	$xy = 3$	$yb = 2(6)$	$zy = 2(4)$	$ab = 2$	$bv = 3$	$cv = 3(8)$	
$uy = 6$	$xa = 3(7)$	$yc = 1(5)$	$zc = 5(7)$	$av = 3$			
$uz = 2$							

Sumber: Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 240

Tabel 2.6 Pencoretan $bv = 3(9)$

$u^*(0)$	$x^*(4)$	$y^*(4)$	$z^*(2)$	a	$b^*(6)$	$c^*(5)$	v
$ux = 4$	$xy = 3$	$yb = 2(6)$	$zy = 2(4)$	$ab = 2$	$bv = 3(9)$	$cv = 3(8)$	
$uy = 6$	$xa = 3(7)$	$yc = 1(5)$	$zc = 5(7)$	$av = 3$			
$uz = 2$							

Sumber: Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 240

Tabel 2.7 Pencoretan $av = 3(10)$

$u^*(0)$	$x^*(4)$	$y^*(4)$	$z^*(2)$	$a^*(7)$	$b^*(6)$	$c^*(5)$	v
$ux = 4$	$xy = 3$	$yb = 2(6)$	$zy = 2(4)$	$ab = 2$	$bv = 3(9)$	$cv = 3(8)$	
$uy = 6$	$xa = 3(7)$	$yc = 1(5)$	$zc = 5(7)$	$av = 3(10)$			
$uz = 2$							

Sumber: Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 240

Tabel 2.8 Pencoretan $bv = 3$ (9)

$u^*(0)$	$v^*(4)$	$y^*(4)$	$z^*(2)$	$a^*(7)$	$b^*(6)$	$c^*(5)$	$v^*(8)$
$ux = 4$	$uv = 3$	$yb = 2(6)$	$zy = 2(4)$	$at = 2$	$bt = 4(3)$	$cv = 3(8)$	
$uy = 6$	$xa = 3(7)$	$yc = 1(5)$	$zx = 1(7)$	$at = 4(6)$			
$uz = 2$							

Sumber: Fairuz Eka Andiany, Wiwien Hadikurniawati, 2018: 240

Setelah semua tabel dikerjakan, maka jalur terpendek dari simpul u dan v adalah 8. Dengan urutan :

$$V \leftarrow C \leftarrow Y \leftarrow Z \leftarrow U$$



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu

Jenis survei yang dilakukan adalah survei waktu tempuh. Survei waktu tempuh dilakukan pada hari kerja (Senin – Rabu) tepatnya tanggal 24 – 26 Agustus 2021 sebanyak 3 waktu. Pagi hari jam 07.00, Siang hari jam 13.00, Sore hari jam 16.

3.1.2 Tempat Penelitian

Lokasi penelitian yang penulis rencanakan adalah Kampus 2 UMA ke Kampus 1 UMA. Dengan tujuan ingin mencari rute tercepat dengan bobot nilai tersebut setiap titik adalah jarak antar titik awal ke titik akhir. Dimana lokasi tersebut untuk mengetahui seberapa besar rute tercepat. Rute yang digunakan dapat dibahas di dalam bab selanjutnya yaitu di hasil pembahasan. Rute-rute yang dilalui adalah jalan kelas I.

a. Rute 1 A (UMA 2 menuju UMA 1)



Gambar 3.1 Rute 1 A (Kampus UMA 2 menuju Kampus UMA 1)

Sumber: Google map, 2020

Kampus 2 UMA (Jl. Sei Serayu) - Jl. Abdullah Lubis - Jl. Iskandar Muda - Jl. Gajah Mada - Jl. S. Parman - Jl. Kapten Maulana Lubis - Jl. Raden Saleh - Jl. Balai Kota - Jl. Prof. HM. Yamin - Jl. Putri Merak Jingga - Jl. Perintis Kemerdekaan - Jl. Prof HM. Yamin - Jl.

Letda Sujono - Jl. Selamat Ketaren - Jl. H. Agus Salim Siregar
(Kampus 1 UMA)

b. Rute 1 B (UMA 1 menuju UMA 2)



Gambar 3.2 Rute 1 B (Kampus UMA 1 menuju Kampus UMA 2)

Sumber: Google map, 2020

Jl. H. Agus Salim Siregar (Kampus 1 UMA) – Jl. Selamat Ketaren – Jl. Letda Sujono – Jl. Prof. H. M Yamin – Jl. Merak Jingga – Jl. Perintis Kemerdekaan – Jl. Guru Patimpus – Jl. Gatot Subroto – Jl. K. H. Wahid Hasyim – Jl. Abdullah Lubis Jl. Sei Blutu (Kampus 2 UMA)

c. Rute 2 A (UMA 2 menuju UMA 1)



Gambar 3.3 Rute 2 A (Kampus UMA 2 menuju Kampus UMA 1)

Sumber: Google map, 2020

Kampus 2 UMA (Jl. Sei Serayu) - Jl. Abdullah Lubis - Jl. Jenderal Sudirman - Jl. Letjen Suprpto - Jl. Pemuda - Jl. Palang Merah - Jl. M. T. Haryono - Jl. M. H. Thamrin - Jl. Wahidin - Jl. Aksara - Jl. Pukat II - Jl. Mandala By Pass - Jl. Selamat Ketaren - Jl. H. Agus Salim Siregar (Kampus 1 UMA)

d. Rute 2 B (UMA 1 menuju UMA 2)



Gambar 3.4 Rute 2 B (Kampus UMA 1 menuju Kampus UMA 2)

Sumber: Google map, 2020

Jl. H. Agus Salim Siregar (Kampus 1 UMA) – Jl. Selamat Ketaren – Jl. Mandala By Pass – Jl. Pukat II – Jl. Aksara – Jl. Wahidin – Jl. M. H. Thamrin – Jl. Asia – Jl. Pandu – Jl. Letjen Suprpto – Jl. Jenderal Sudirman – Jl. Kapten Patimura – Jl. Panglima Nyak Makam – Jl. Iskandar Muda – Jl. Abdullah Lubis – Jl. Sei Blutu (Kampus 2 UMA)

3.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan didalam penelitian ini adalah:

- Mobil Pribadi merek Daihatsu Terios tahun 2014
- 2 buah smartphone; 1 untuk merekam perjalanan dan 1 lagi untuk split waktu tempuh pada stopwatch
- Print out peta rute yang akan diteliti.
- Laptop
- Microsoft Office Excel 2016
- Autocad 2007

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan sesuai dengan jenis dan kebutuhan data-data tersebut, secara terperinci dua tahapan tersebut meliputi:

a. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data atau informasi yang tersusun dan terukur yang sesuai dengan kebutuhan tujuan penelitian ini. Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literature melalui jurnal-jurnal dan buku.

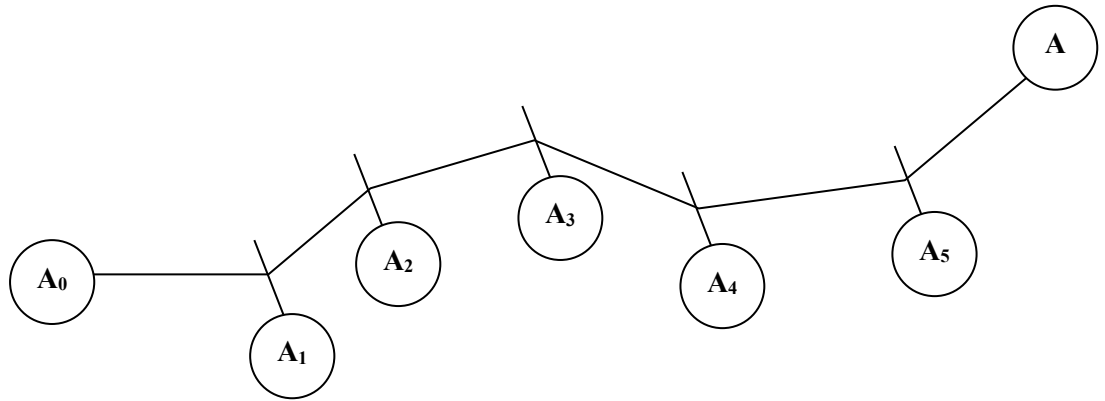
b. Pengumpulan Data Primer (Data Lapangan)

Pada penelitian ini data primer atau data lapangan di kumpulkan langsung melalui survei-survei lapangan. Jenis survei yang dilakukan untuk mengumpulkan data primer atau data lapangan adalah Survei waktu tempuh. Survei waktu tempuh dilakukan pada hari kerja (Senin – Rabu) tepatnya tanggal 24 – 26 Agustus 2021 sebanyak 3 waktu. Pagi hari jam 07.00, Siang hari jam 13.00, Sore hari jam 16.

3.3.2 Tahapan Koding

Pada tahapan ini, di setiap rute akan diberikan node (titik) pada persimpangan jalan. Masing – masing jumlah node (titik) berbeda di setiap rute. Titik awal disimbolkan dengan Node 0. Titik akhir disimbolkan dengan Node.

- a. Node untuk rute 1 A disimbolkan ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$)
- b. Node untuk rute 1 B disimbolkan ($P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$)
- c. Node untuk rute 2 A disimbolkan ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$)
- d. Node untuk rute 2 B disimbolkan ($M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$)



Gambar 3.5 Penodean rute di persimpangan

Sumber: Analisis data, 2020

3.3.3 Tahapan Tabulasi

Pada tahapan pentabulasian berikut, data hasil survei waktu tempuh rute 1 A, 1 B, 2 A, 2 B yang telah dilaksanakan dimasukkan ke dalam tabel Algoritma Dijkstra yang dibentuk di Microsoft Office Excel. Secara rinci ketiga waktu tersebut ditetapkan pada pukul 07.00 WIB, 13.00 WIB, dan 16.00 WIB. Selanjutnya, data-data hasil survei tersebut diproses menggunakan tabel algoritma yang telah dijelaskan sebelumnya. Pada 1 rute terdapat 3 tabel berdasarkan waktu survei.

Tabel 3.1 Tabel survei waktu tempuh

Awal	Akhir	Bobot Waktu (s)
A ₀	A ₁	T ₁ s
A ₁	A ₂	T ₂ s
A ₂	A ₃	T ₃ s
A ₃	A ₄	T ₄ s
A ₄	A ₅	T ₅ s
A ₅	A	T ₆ s

Tabel 3.2 Tabel Algoritma Dijkstra

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A	
0, A ₀							A ₀
	T ₁ s, A ₀						A ₁
		(T ₂ s+ T ₁ s), A ₁					A ₂

			$(T_3 s + T_2 s + T_1 s), A_2$				A_3
				$(T_4 s + T_3 s + T_2 s + T_1 s), A_3$			A_4
					$(T_5 s + T_4 s + T_3 s + T_2 s + T_1 s), A_4$		A_5
						$(T_6 s + T_5 s + T_4 s + T_3 s + T_2 s + T_1 s), A_5$	A

Sumber: Analisis data, 2020

3.3.4 Tahapan Pengujian

Dari tabel Algoritma Dijkstra masing-masing rute yang telah dikerjakan, waktu tempuh antar titik dari titik awal (UMA 2) hingga titik akhir (UMA 1) begitu juga sebaliknya dijumlahkan dengan menggunakan formula penjumlahan yang ada di Microsoft Office Excel. Masing-masing rute akan menghasilkan total waktu tempuh yang berbeda di 3 waktu.

Tabel 3.3 Pengujian Waktu Tempuh

Waktu	Waktu (s)	Waktu (mt)
07.00	A s	B menit
13.00	A s	B menit
16.00	A s	B menit

Sumber: Analisis data, 2020

3.3.5 Tahapan Mendeskripsikan Data

Setelah mendapatkan hasil pengujian data, penulis melakukan perbandingan waktu tempuh antara rute 1 A dan 2 A, rute 1 B dan 2 B. Hasil perbandingan tersebut akan dianalisa untuk mencapai tujuan dari penelitian berikut. Hasil tersebut harus sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai di dalam penelitian ini.

Tabel 3.4 Pengujian Selisih Waktu Tempuh

Waktu	Rute 1	Rute 2	Selisih	Tercepat
07.00	A menit	B menit	C menit	
13.00	A menit	B menit	C menit	
16.00	A menit	B menit	C menit	

Sumber: Analisis data, 2021

3.4 Populasi dan Sampel

Populasi adalah kumpulan dari objek yang diteliti. Populasi dalam penelitian ini adalah rute dari kampus 1 Universitas Medan Area menuju kampus 2 Universitas Medan Area, begitu juga sebaliknya. Jumlah

Jumlah sampel ditetapkan sebanyak 4 rute. Dua buah rute pergi dari kampus 1 Universitas Medan Area menuju kampus 2 Universitas Medan Area dan dua buah rute pergi dari kampus 2 Universitas Medan Area menuju kampus 1 Universitas Medan Area.

3.5 Prosedur Kerja

Adapun prosedur penelitian ini sebagai berikut:

- Dimulai dengan posisi awal berada di kampus Universitas Medan Area pada waktu yang telah ditentukan.
- Perjalanan mulai dilakukan dengan 1 smartphone merekam perjalanan dan 1 smartphone lagi untuk *split* waktu tempuh pada stopwatch.
- Node yang sudah ditentukan dijadikan sebagai acuan untuk *split* waktu tempuh. Ketika node sudah dilewati maka pada stopwatch smartphone kita *split*. Hal ini dilakukan untuk mempermudah mengisi nilai bobot pada jarak masing-masing node dari titik awal hingga titik akhir.
- Langkah ini dilakukan sebanyak 4 kali tergantung *print out* peta masing-masing rute

- e. Data waktu tempuh yang sudah didapatkan melalui survei dirapikan pada table Microsoft Excel untuk mempermudah penginputan data ke Algoritma Dijkstra.
- f. Langkah Algoritma Dijkstra yang dilakukan pada penelitian ini adalah
 1. Pada rute yang dipilih, masing-masing titik hanya tersedia 1 pilihan yang bisa dilalui untuk berpindah ke titik selanjutnya.
 2. Tabel digambarkan dengan banyak kolom atas dan kolom samping kanan sama dengan jumlah titik yang sudah ditentukan.
 3. Inisiasi awal diberikan nilai tak hingga untuk tiap titik dan nilai 0 untuk titik awal keberangkatan.
 4. Dimulai dari titik A_0 , yang tersedia selanjutnya adalah titik A_1 dengan bobot sebesar T_{1s} . Titik A_1 dipilih otomatis karena tidak ada bobot pembandingan dari titik lain yang terhubung.
 5. Nilai tak hingga tetap diberikan untuk titik-titik yang belum pernah dilalui.
 6. Dari titik A_1 dilanjutkan ke titik A_2 dengan bobot sebesar T_{2s} .
 7. Bobot sebelumnya A_0 ke A_1 yaitu T_{1s} dijumlahkan dengan bobot yang akan disinggahi menggunakan rumus penjumlahan (+) pada Microsoft Excel; $= (T_{1s} + T_{2s})$
 8. Dari titik A_2 dilanjutkan ke titik A_3 dengan bobot sebesar T_{3s} . Bobot sekarang bernilai $(T_{1s} + T_{2s} + T_{3s})$
 9. Lakukan penjumlahan nilai bobot ini hingga ke titik A.
- g. Total bobot masing-masing rute dimasing-masing waktu yang ditentukan sudah didapatkan dan dibandingkan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah disampaikan pada bab iv dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat 4 rute yang dapat dilalui dari kampus 2 UMA ke kampus 1 UMA
 - i. Rute 1 A (Kampus 2 UMA menuju kampus 1 UMA): Jl. Sei Serayu - Jl. Abdullah Lubis - Jl. Iskandar Muda - Jl. Gajah Mada - Jl. S. Parman - Jl. Kapten Maulana Lubis - Jl. Raden Saleh - Jl. Balai Kota - Jl. Prof. HM. Yamin - Jl. Putri Merak Jingga - Jl. Perintis Kemerdekaan - Jl. Prof HM. Yamin - Jl. Letda Sujono - Jl. Selamat Ketaren - Jl. H. Agus Salim Siregar
 - ii. Rute 2 A (Kampus 2 UMA menuju kampus 1 UMA): Kampus 2 UMA (Jl. Sei Serayu) - Jl. Abdullah Lubis - Jl. Jenderal Sudirman - Jl. Letjen Suprpto - Jl. Pemuda - Jl. Palang Merah - Jl. M. T. Haryono - Jl. M. H. Thamrin - Jl. Wahidin - Jl. Aksara - Jl. Pukat II - Jl. Mandala By Pass - Jl. Selamat Ketaren - Jl. H. Agus Salim Siregar (Kampus 1 UMA)
 - iii. Rute 1 B (Kampus 1 UMA menuju kampus 2 UMA): Jl. H. Agus Salim Siregar – Jl. Selamat Ketaren – Jl. Letda Sujono – Jl. Prof. H. M Yamin – Jl. Merak Jingga – Jl. Perintis Kemederdkaan – Jl. Guru Patimpus – Jl. Gatot Subroto – Jl. K. H. Wahid Hasyim – Jl. Abdullah Lubis Jl. Sei Blutu
 - iv. Rute 2 B (Kampus 1 UMA menuju kampus 2 UMA): Jl. H. Agus Salim Siregar– Jl. Selamat Ketaren – Jl. Mandala By Pass – Jl. Pukat II – Jl Aksara – Jl. Wahidin – Jl. M. H. Thamrin – Jl. Asia – Jl. Pandu – Jl. Letjen Suprpto – Jl. Jenderal Sudirman – Jl. Kapten Patimura –

Jl. Panglima Nyak Makam – Jl. Iskandar Muda – Jl. Abdullah Lubis –
Jl. Sei Blutu

2. Waktu tempuh perjalanan masing-masing rute adalah sebagai berikut

- i. Rute 1 A : (07.00) 27,37 menit, (13.00) 30,10 menit, (16.00) 34,15 menit
- ii. Rute 2 A : (07.00) 28,77 menit, (13.00) 31,03 menit, (16.00) 36,13 menit
- iii. Rute 1 B : (07.00) 27,87 menit, (13.00) 30,27 menit, (16.00) 35,50 menit
- iv. Rute 2 B : (07.00) 28,53 menit, (13.00) 31,20 menit, (16.00) 36,87 menit

3. Rute tercepat yang dapat dilalui adalah sebagai berikut

- i. Rute tercepat dari kampus 2 UMA menuju kampus 1 UMA adalah rute 1 A
- ii. Rute tercepat dari kampus 1 UMA menuju kampus 2 UMA adalah rute 1 B

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih terdapat kelauman. Jalan raya dan pengguna jalan bersifat fleksibel. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei - Agustus 2020 dimana banyak perusahaan yang bekerja dari rumah karena pandemik. Beberapa perusahaan juga mengalami kerugian sehingga berdampak pada pemecatan karyawan sehingga kondisi jalan tidak sepadat sekarang ini. Rute tercepat yang diteliti hanya menggunakan variable waktu tempuh. Meskipun dalam waktu tempuh tersebut sudah termasuk hambatan samping dan *traffic light*. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mengikutsertakan hambatan samping, *traffic light* dan efisiensi bahan bakar agar dapat diperoleh rute tercepat beserta efisiensi bahan bakar yang digunakan.

Untuk lebih mempermudah dalam survey waktu tempuh yang dilakukan dalam Algoritma Dijkstra ini, dapat digunakan bantuan drone. Variable yang dapat dihasilkan drone meliputi waktu tempuh dan visual jalan. Hasil waktu tempuh juga lebih maksimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Andiany, Fairuz Eka dan Hadikurniawati, Wiwien. 2018. *Implementasi Algoritma Dijkstra Untuk Mencari Rute Terpendek Antar Kantor dan Estimasi Penggunaan Bahan Bakar Kendaraan (Studi Kasus PT. Telokm Indonesia Regional IV Jateng – DIY)*. Daerah Istimewa Yogyakarta: Universitas Stikubank. 1-6.
- Kalpna, & Tyagi, A. (2017). Bellman Ford Shortest Path Algorithm using Global Positioning System. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2503-2507.
- Marlina, Leni. 2017. *Penerapan Algoritma Dijkstra Dan Floyd-Warshall Untuk Menentukan Rute Terpendek Tempat Wisata di Batang*. Skripsi Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Tidak Diterbitkan.
- Nawang Sari, Y.P. 2016. *Analisis Penyebab Kemacetan Jalan di Pusat Bandar Lampung*. Bandar Lampung: Universitas Lampung. Republik Indonesia. 2004. Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.
- Rifanti, Utti Marina. 2017. *Pemilihan Rute Terbaik Menggunakan Algoritma Dijkstra Untuk Mengurangi Kemacetan Lalu Lintas Di Purwokerto*. Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika. 2(2):1-10 Sauwani, Jeki, dkk. 2019. *Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Lokasi dan Jarak Tempuh Terpendek Kampus IT di Jakarta*. Jurnal Informatika 1(6): 1-8.
- Siang, Jong Jek. 2009. *Matematika Diskrit dan Aplikasinya pada Ilmu Komputer*. Yogyakarta. ANDI Yogyakarta.
- Sholihah, S.U. 2015. *Penggunaan Algoritma Dijkstra dalam Penentuan Jalur Alternatif untuk Mengurangi Kemacetan Lalu Lintas*. Bandung: Institut

Teknologi Bandung.

Suarga. 2012. *Algoritma dan Pemrograman*. Yogyakarta. ANDI Yogyakarta.

Sukirman, Silvia. 2011. *Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan*

Salaki, Debby T. 2011. *Penentuan Lintasan Terpendek dari FMIPA ke Rektorat dan Fakultas lain di Unsrat Manado Menggunakan Algoritma Dijkstra*. Program Studi Matematika FMIPA Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Sutriyono. 2019. *Implementasi Algoritma Dijkstra Pada Aplikasi Pencarian Bengkel Tambal Ban Terdekat Di Kota Medan Berbasis Android*. Mahasiswa Teknik Informatika STMIK Budi Dharma, Medan.

Hutasuhut, M. (2018). ANALISIS PERPINDAHAN KALOR KONDENSOR PADA PROSES DISTILASI BIOETANOL SEBAGAI BIOFUEL DARI CAMPURAN LIMBAH BUAH SALAK DENGAN LIMBAH AIR KELAPA. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 2(2), 43-50. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2006>

Siregar, C. (2018). Pengaruh Jarak Kaca Terhadap Efisiensi Alat Destilasi Air Laut yang Memanfaatkan Energi Matahari di Kota Medan. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 2(2), 51-55. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2115>

Darianto, D. (2018). Analisa Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengasapan Pada Mesin Pengasapan Ikan Lele. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 2(2), 56-66. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2154>

Syam, A. (2018). Analisa Kelebihan Tekanan Pada Saat Pembakaran Gas Berlebih Pada Flare. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 2(2), 67-72. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2111>

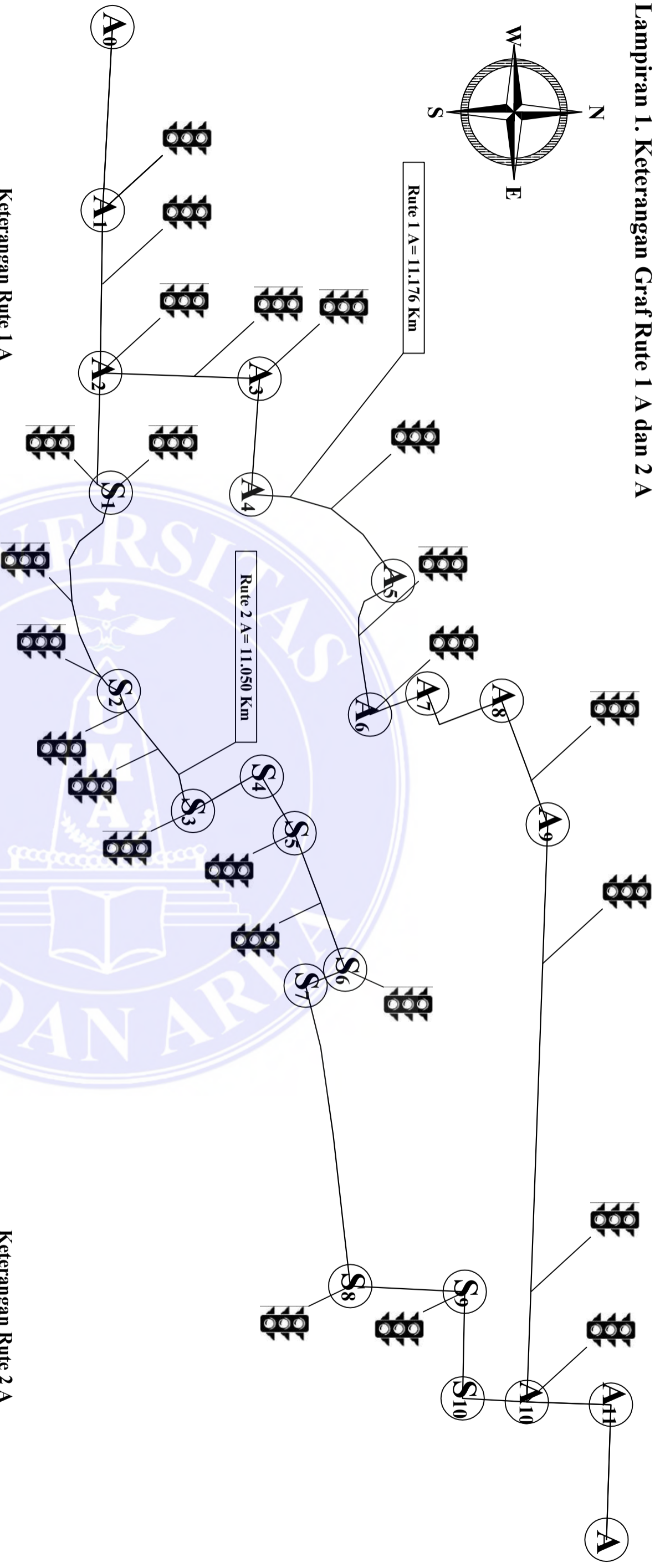
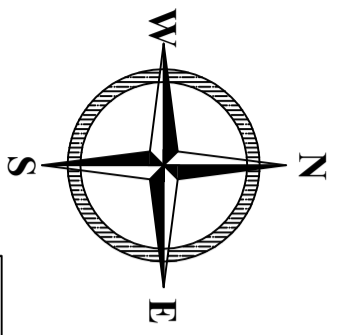
Rahmansyah, A., zulfikar, z., & umroh, b. (2018). Manufacture of Water Pipe From Clampshell Powder Materials. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 2(2), 73-77. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2105>

Ibrahim, H. (2018). Unjuk Kerja Sistem Pembangkit Listrik Menggunakan Biogas Limbah Cair Pada Pabrik Kelapa Sawit. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 2(2), 78-85. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2120>

Zulfikar, A. (2018). Numerical Simulation on The Onion Dryer Frame Capacity of 5 kg/hour. JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY, 2(2), 86-92. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i2.2110>



Lampiran 1. Keterangan Graf Rute 1 A dan 2 A



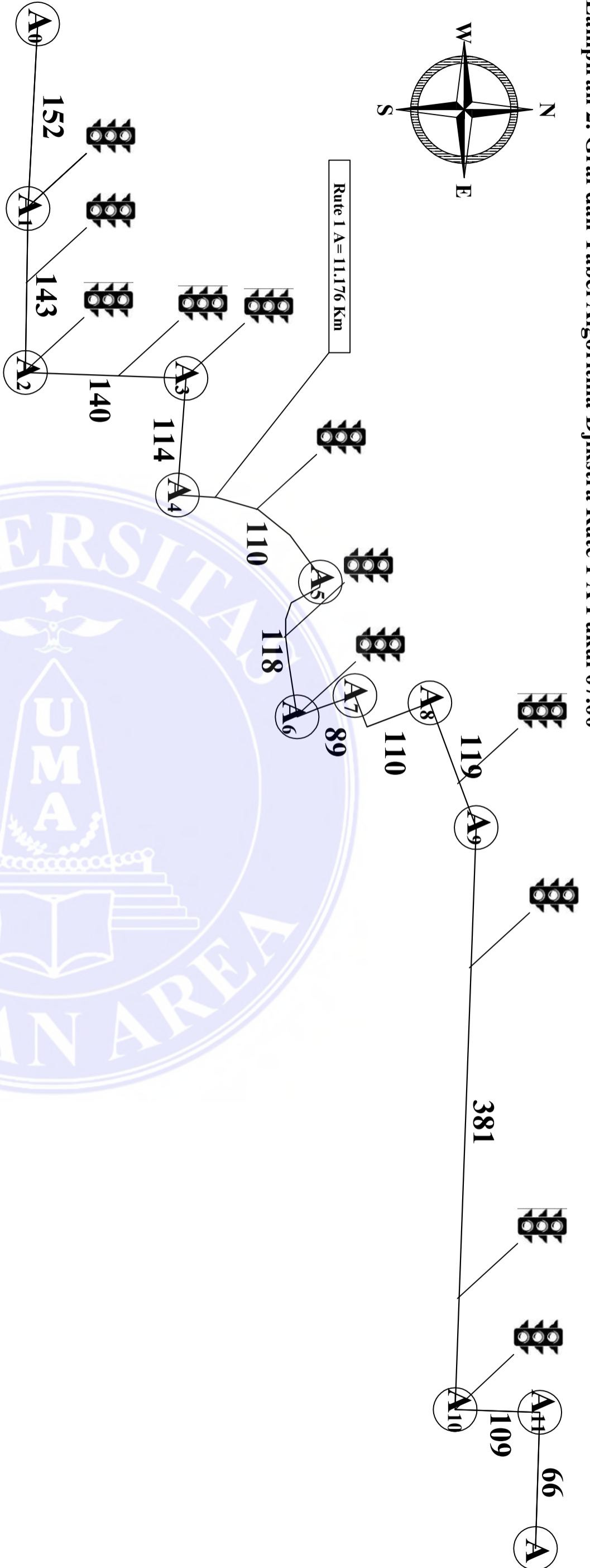
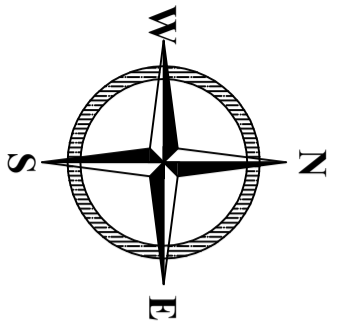
Keterangan Rute 1 A

Node Awal	Node Akhir	Panjang (m)	Keterangan
A0	A1	1003	Jl. Sei Serayu
A1	A2	900	Jl. Abdullah Lubis
A2	A3	880	Jl. Iskandar Muda
A3	A4	623	Jl. Gajah Mada
A4	A5	962	Jl. S. Parman
A5	A6	860	Jl. Kaplt. M. Lubis – Jl. Raden Saleh
A6	A7	340	Jl. Balai Kota
A7	A8	530	Jl. Prof. HM. Yamin – Jl. P. Merak Jing
A8	A9	748	Jl. Perintis Kemerdekaan
A9	A10	3130	Jl. Prof. HM. Yamin – Jl. Letda Sujon
A10	A11	470	Jl. Selamat Ketaren
A11	A	730	Jl. H. Agus Salim Siregar

Keterangan Rute 2 A

Node Awal	Node Akhir	Panjang (m)	Keterangan
A0	A1	1003	Jl. Sei Serayu
A1	S1	1552	Jl. Abdullah Lubis
S1	S2	1465	Jl. Jendral Sudirman
S2	S3	754	Jl. Lejen Suprpto
S3	S4	433	Jl. Pemuda
S4	S5	300	Jl. Palang Merah
S5	S6	862	Jl. M. T. Haryono
S6	S7	255	Jl. M. H. Tamrin
S7	S8	1680	Jl. Wahidin
S8	S9	621	Jl. Aksara
S9	S10	582	Jl. Pukat II
S10	A10	343	Jl. Mandala By Pass
A10	A11	470	Jl. Selamat Ketaren
A11	A	730	Jl. H. Agus Salim Siregar

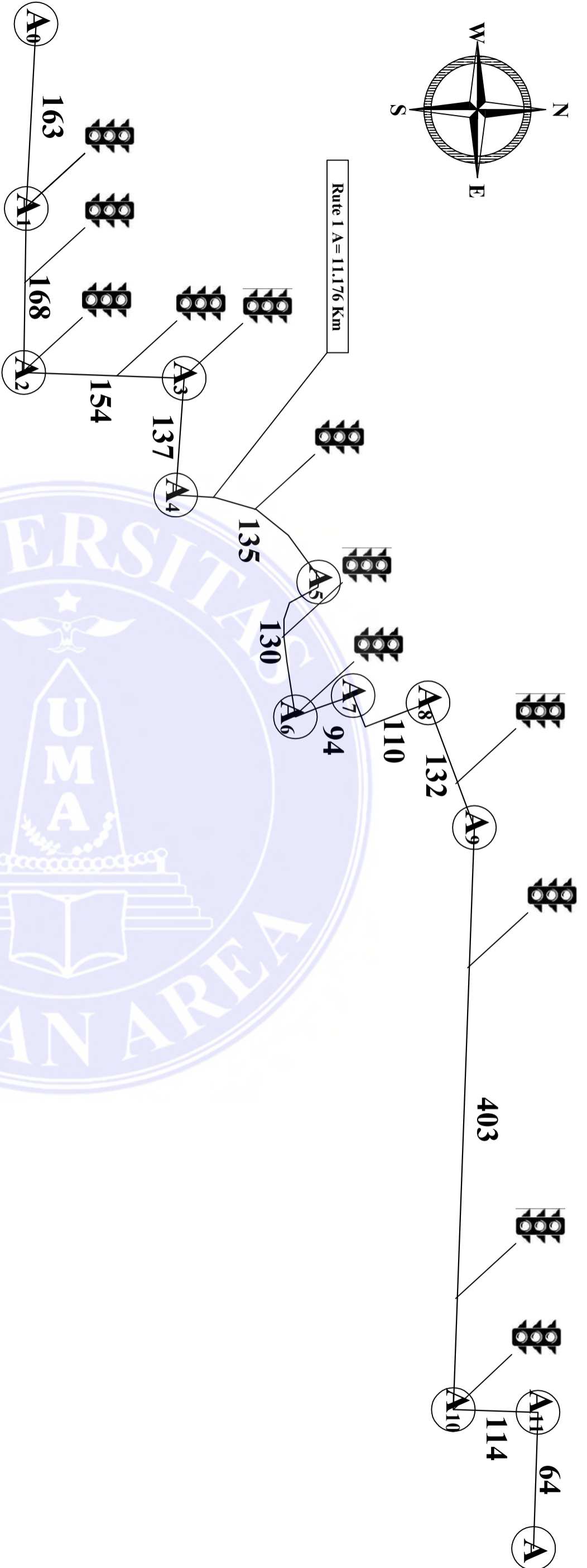
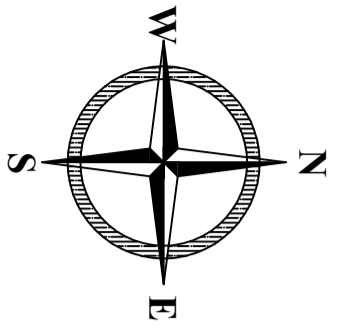
Lampiran 2. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 07.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 07.00

A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A	A0
0,A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A0
	152,A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A1
		295,A1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A2
			435,A2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A3
				549,A3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A4
					659,A4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A5
						777,A5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A6
							866,A6	∞	∞	∞	∞	∞	A7
								967,A7	∞	∞	∞	∞	A8
									1086,A8	∞	∞	∞	A9
										1467,A9	∞	∞	A10
											1576,A10	∞	A11
												1642,A11	A

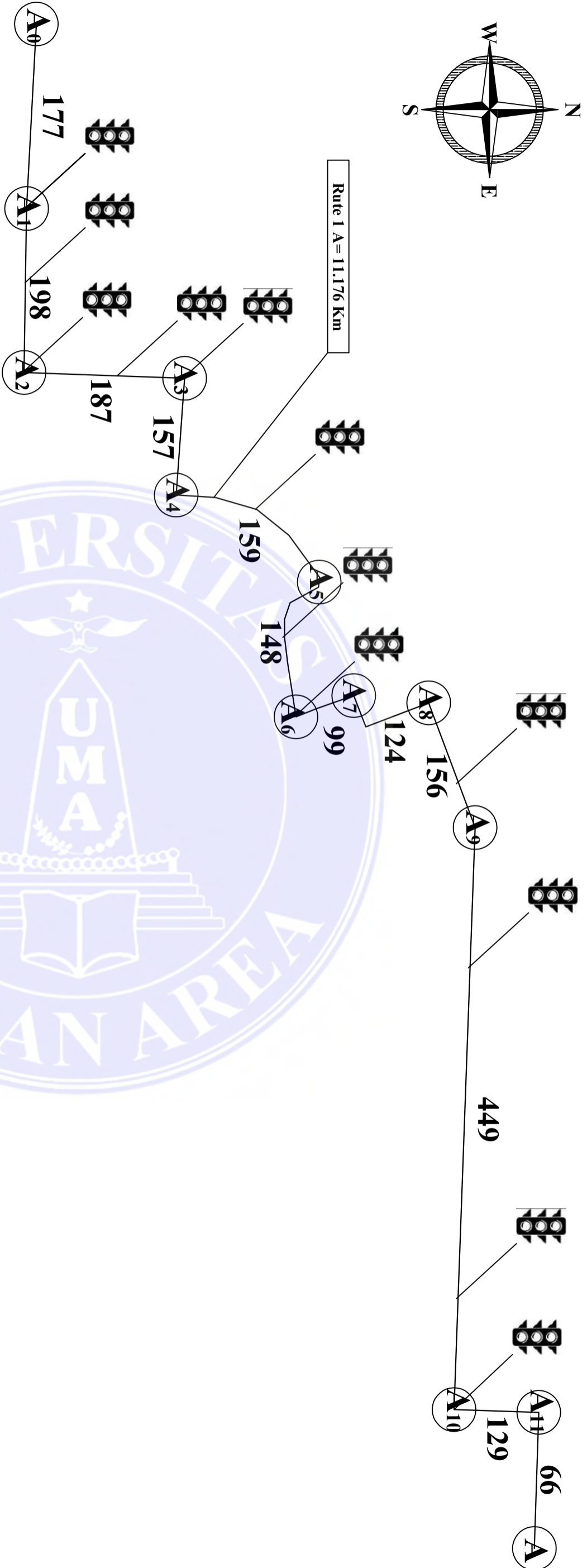
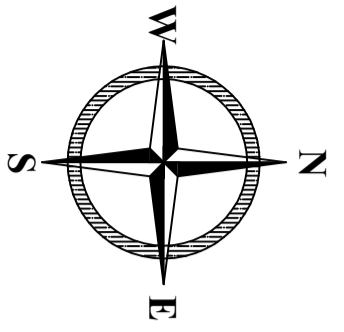
Lampiran 3. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 13.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 13.00

A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A	A0
0,A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A0
	163,A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A1
		331,A1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A2
			487,A2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A3
				624,A3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A4
					759,A4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A5
						889,A5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A6
							983,A6	∞	∞	∞	∞	∞	A7
								1093,A7	∞	∞	∞	∞	A8
									1225,A8	∞	∞	∞	A9
										1628,A9	∞	∞	A10
											1742,A10	∞	A11
												1806,A11	A

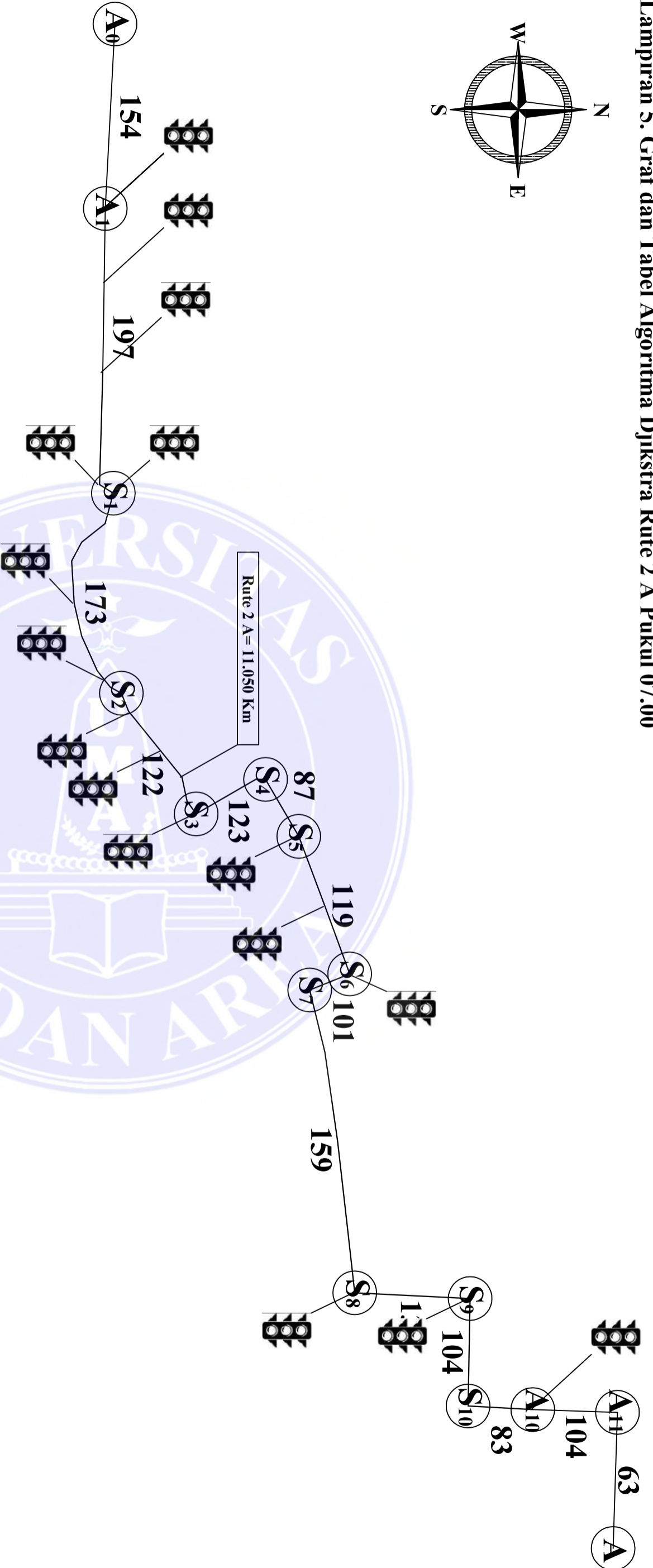
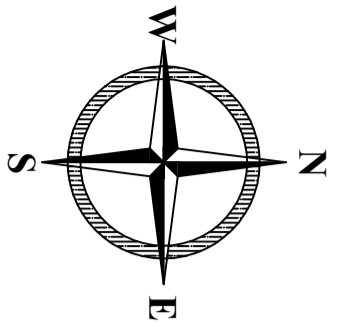
Lampiran 4. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 16.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 A Pukul 13.00

A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A	
0,A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A0
	177,A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A1
		375,A1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A2
			562,A2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A3
				719,A3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A4
					878,A4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A5
						1026,A5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A6
							1125,A6	∞	∞	∞	∞	∞	A7
								1249,A7	∞	∞	∞	∞	A8
									1405,A8	∞	∞	∞	A9
										1854,A9	∞	∞	A10
											1983,A10	∞	A11
												2049,A11	A

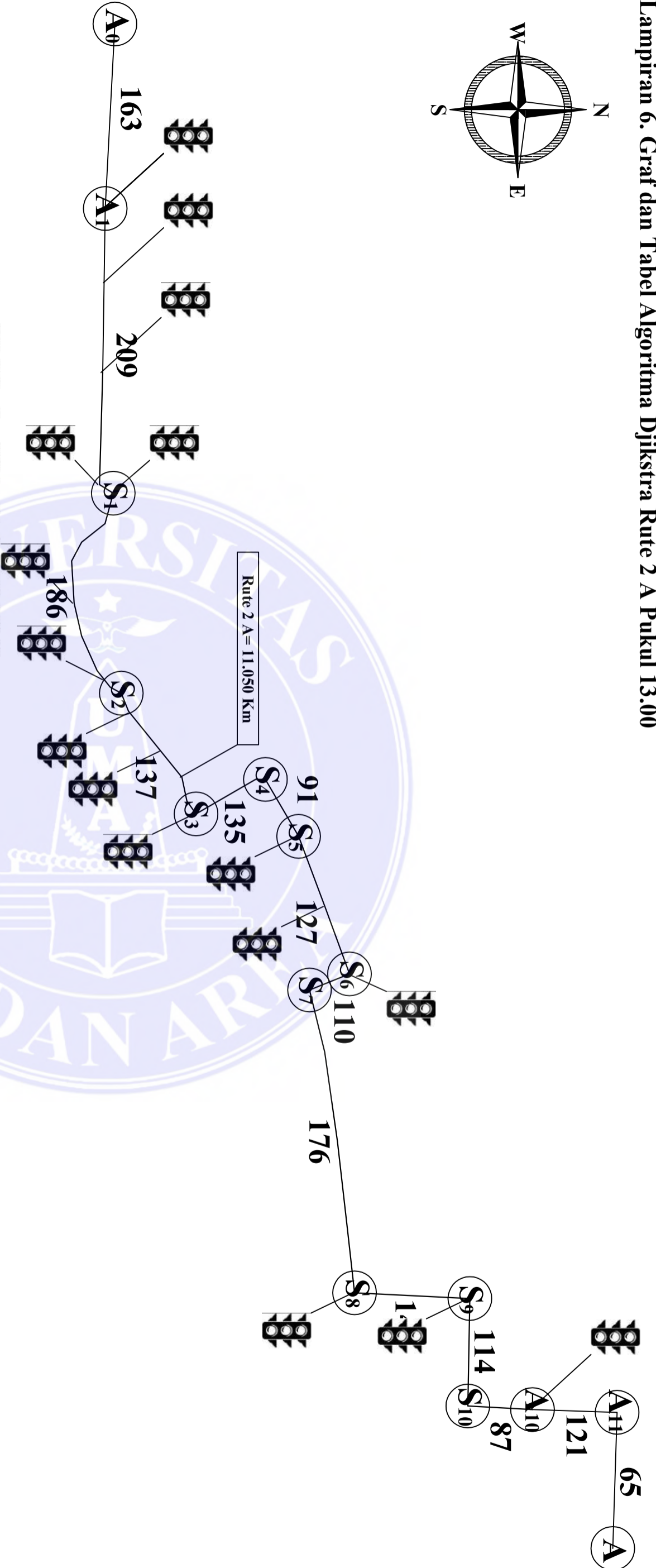
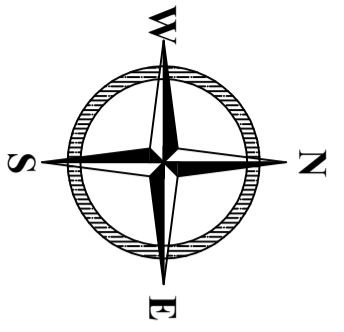
Lampiran 5. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 07.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 07.00

A _i	A ₁	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	A ₁₀	A ₁₁	A	
0, A ₀	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A ₀
	154, A ₀	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	A ₁
		351, A ₁	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	S ₁
			524, S ₁	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	S ₂
				646, S ₂	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	S ₃
					769, S ₃	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	S ₄
						856, S ₄	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	S ₅
							975, S ₅	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	S ₆
								1076, S ₆	∞	∞	∞	∞	∞	∞	S ₇
									1235, S ₇	∞	∞	∞	∞	∞	S ₈
										1368, S ₈	∞	∞	∞	∞	S ₉
											1472, S ₉	∞	∞	∞	S ₁₀
												1555, S ₁₀	∞	∞	A ₁₀
													1659, A ₁₀	∞	A ₁₁
														1726, A ₁₁	A

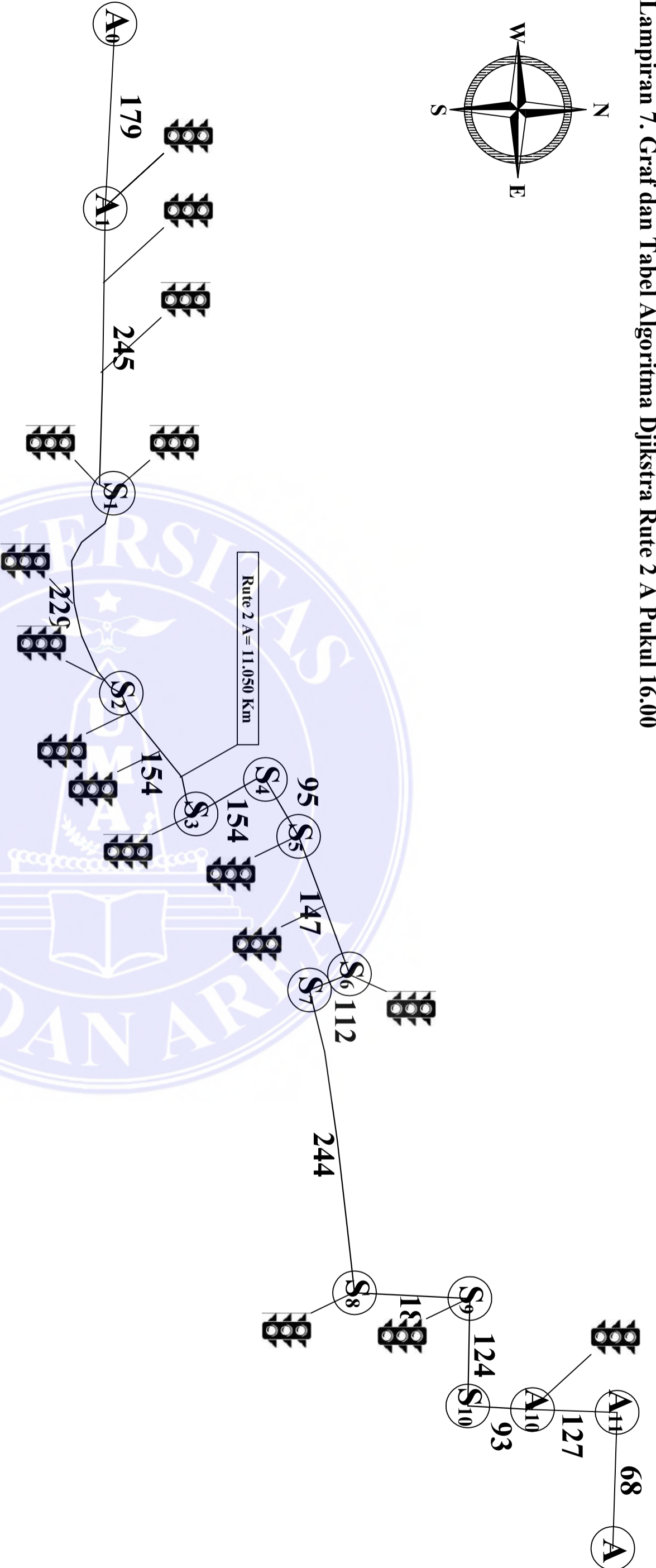
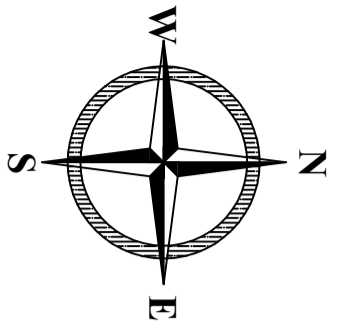
Lampiran 6. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 13.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 13.00

A0	A1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	A10	A11	A	A1
0, A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
163, A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	372, A1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
		558, S1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
			695, S2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
				830, S3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
					921, S4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
						1048, S5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
							1158, S6	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
								1334, S7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
									1475, S8	∞	∞	∞	∞	∞	∞
										1589, S9	∞	∞	∞	∞	∞
											1676, S10	∞	∞	∞	∞
												1797, A11	∞	∞	∞
													1862, A12	∞	∞

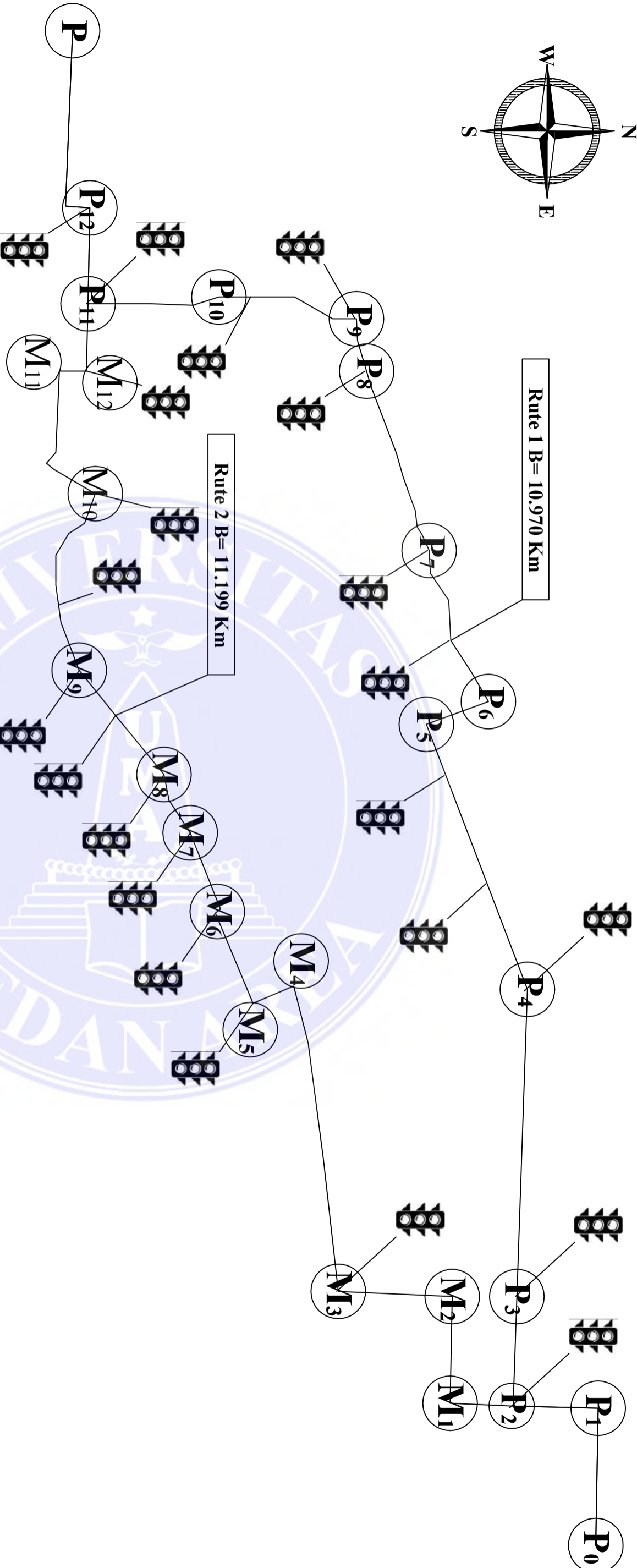
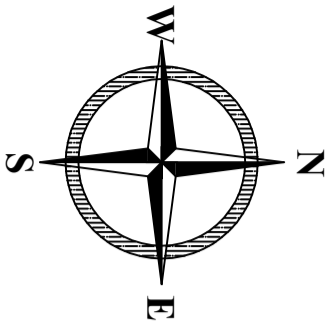
Lampiran 7. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 16.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 A Pukul 16.00

Ai	Aj	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	A11	A
A0	A1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A0	179	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S1	424	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S6	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A11	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S6	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	S10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A11	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

Lampiran 8. Keterangan Graf Rute 1 B dan 2 B



Document Accepted 16/12/21

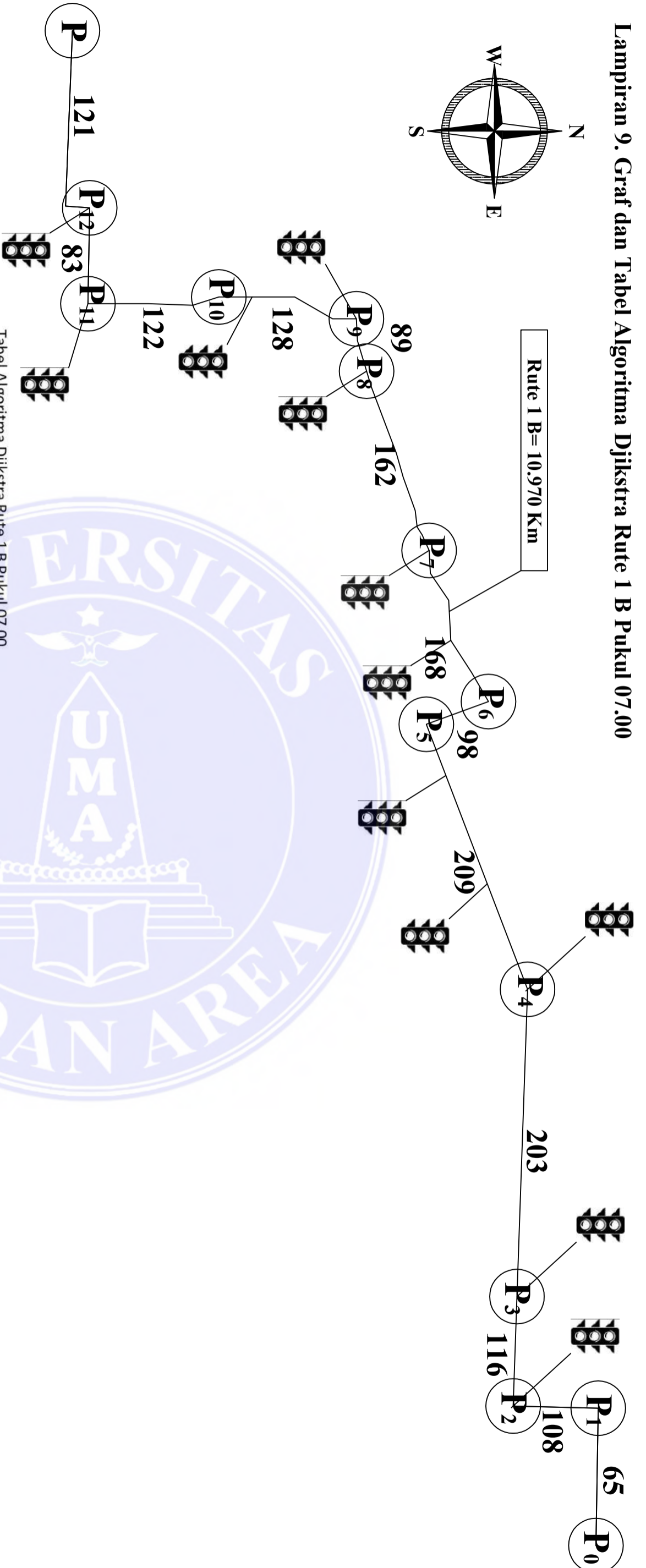
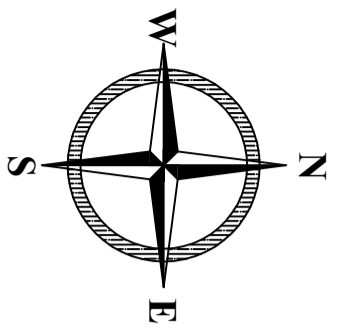
Keterangan Rute 1 B

Node Awal	Node Akhir	Panjang (m)	Keterangan
P ₀	P ₁	730	Jl. H. Agus Salim Siregar
P ₁	P ₂	470	Jl. Selamat Ketaren
P ₂	P ₃	685	Jl. Letda Sudjono
P ₃	P ₄	1655	Jl Prof. H. M. Yamin
P ₄	P ₅	1635	Jl Prof. H. M. Yamin
P ₅	P ₆	368	Jl. P. Merak Jingga
P ₆	P ₇	1029	Jl. Guru Patimpus
P ₇	P ₈	972	Jl. Gatot Subroto
P ₈	P ₉	348	Jl. Gatot Subroto
P ₉	P ₁₀	629	Jl. K. H. Wahid Hasyim
P ₁₀	P ₁₁	896	Jl. K. H. Wahid Hasyim
P ₁₁	P ₁₂	445	Jl. Abdullah Lubis
P ₁₂	P	1108	Jl. Sei Blutu

Keterangan Rute 2 B

Node Awal	Node Akhir	Panjang (m)	Keterangan
P ₀	P ₁	730	Jl. H. Agus Salim Siregar
P ₁	P ₂	470	Jl. Selamat Ketaren
P ₂	M ₁	345	Jl. Mandala By Pass
M ₁	M ₂	584	Jl. Pukat III
M ₂	M ₃	623	Jl. Aksara
M ₃	M ₄	923	Jl. Wahidin
M ₄	M ₅	203	Jl. M. H. Thamrin
M ₅	M ₆	1450	Jl. Asia
M ₆	M ₇	316	Jl. Pandu
M ₇	M ₈	270	Jl. Pandu
M ₈	M ₉	834	Jl. Letjen Suprpto
M ₉	M ₁₀	1355	Jl. Jenderal Sudirman
M ₁₀	M ₁₁	823	Jl. Kapten Patimura – Jl. Panglima Nyak Mada
M ₁₁	M ₁₂	230	Jl. Iskandra Muda
M ₁₂	P ₁₁	451	Jl. Abdullah Lubis
P ₁₁	P ₁₂	445	Jl. Abdullah Lubis – Jl. Darusalam
P ₁₂	P	1108	Jl. Sei Blutu

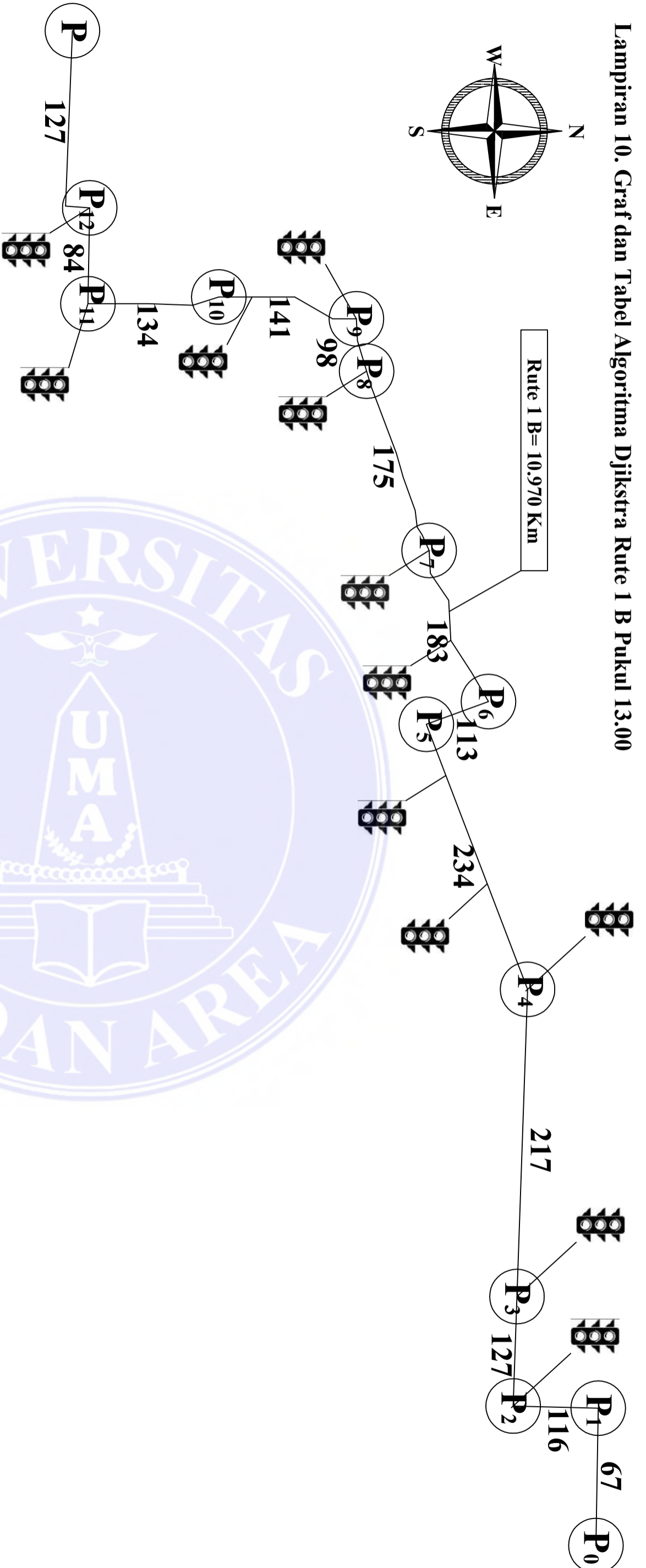
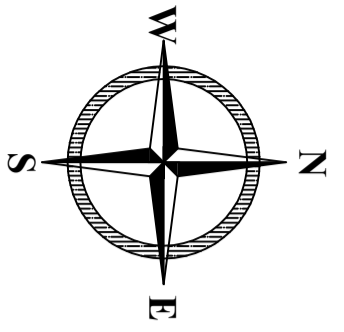
Lampiran 9. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 07.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 07.00

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P
P0	0,P0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P1	65,P0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P2	173,P1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P3	289,P2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P4	492,P3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P5	701,P4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P6	799,P5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P7	967,P6	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P8	1129,P7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P9	1218,P8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P10	1346,P9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P11	1468,P10	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P12	1551,P11	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
P	1672,P12	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

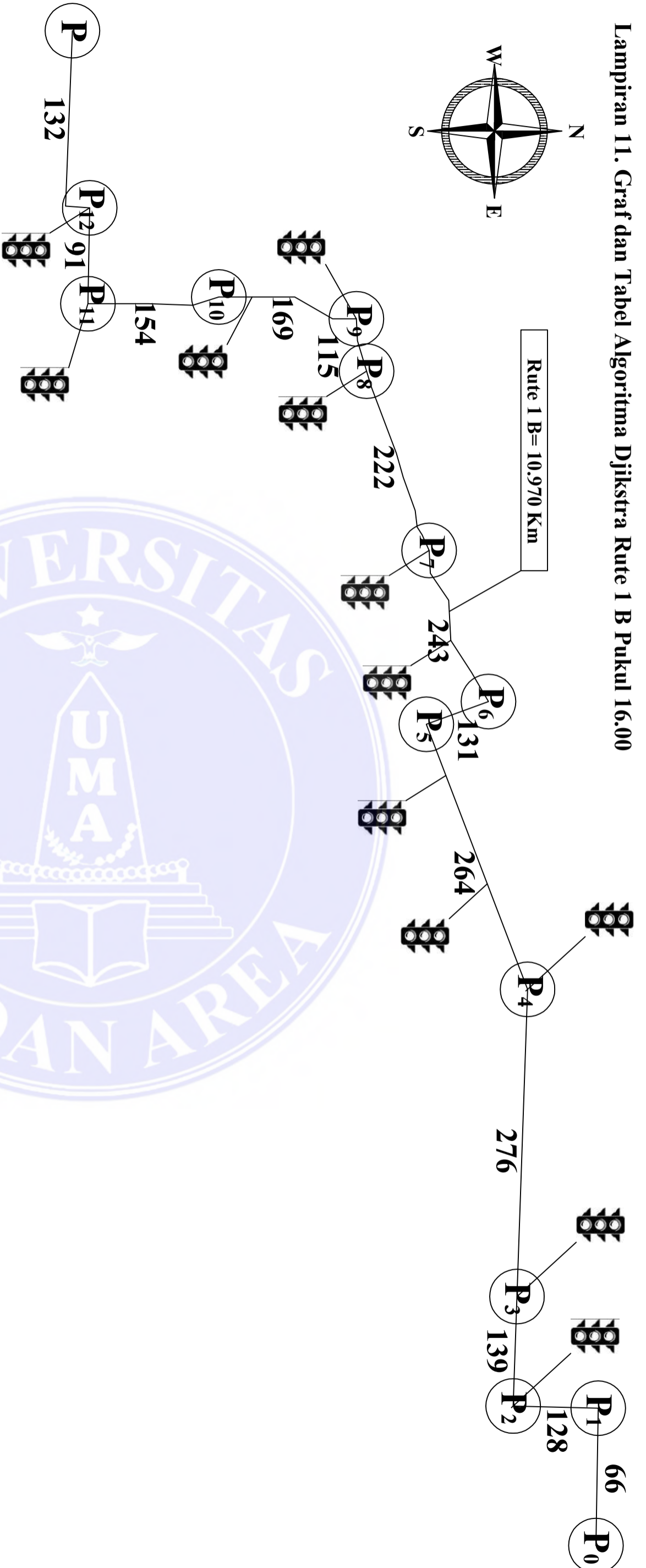
Lampiran 10. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 13.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 13.00

P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P
0,P0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	67,P0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
		183,P1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
			310,P2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
				527,P3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
					761,P4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
						874,P5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
							1057,P6	∞	∞	∞	∞	∞	∞
								1232,P7	∞	∞	∞	∞	∞
									1330,P8	∞	∞	∞	∞
										1471,P9	∞	∞	∞
											1605,P10	∞	∞
												1689,P11	∞
													1816,P12

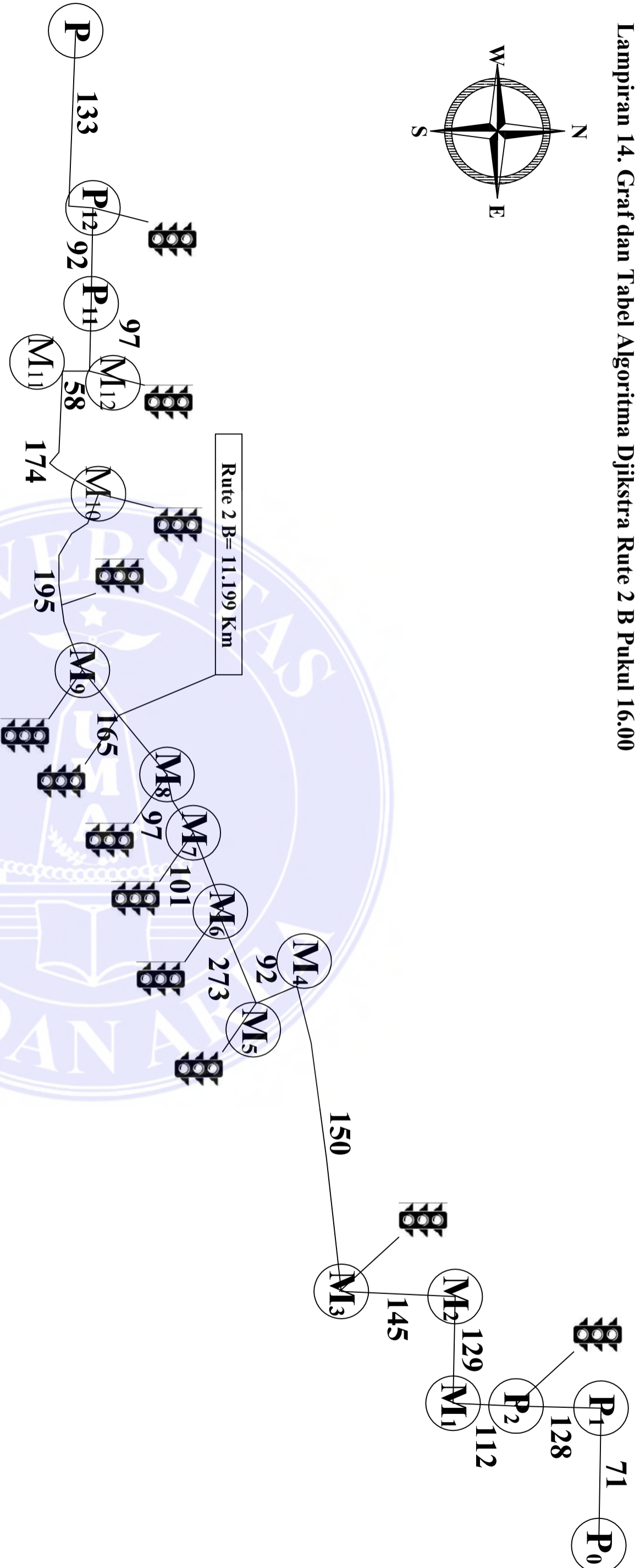
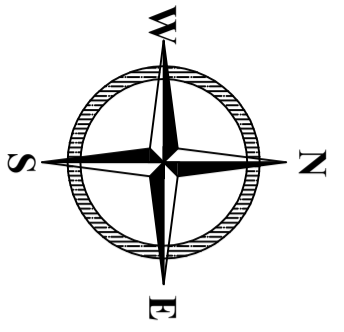
Lampiran 1. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 16.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 1 B Pukul 16.00

P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P		
0,P0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
	66,P0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
		194,P1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
			333,P2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
				609,P3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
					740,P4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
						871,P5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
							1114,P6	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
								1336,P7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
									1451,P8	∞	∞	∞	∞	∞	
										1620,P9	∞	∞	∞	∞	
											1774,P10	∞	∞	∞	
												1865,P11	∞	∞	
													2130,P12	∞	
															P

Lampiran 14. Graf dan Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 B Pukul 16.00



Tabel Algoritma Dijkstra Rute 2 B Pukul 16.00

Pi	P1	P2	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	P11	P12	P	P0
0, P0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	P1
71, P0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	P2
	199, P1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M1
		311, P2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M2
			440, M1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M3
				585, M2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M4
					735, M3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M5
						827, M4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M6
							1100, M5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M7
								1201, M6	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M8
									1298, M7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M9
										1463, M8	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M10
											1658, M9	∞	∞	∞	∞	∞	∞	M11
												1832, M10	∞	∞	∞	∞	∞	M12
													1890, M11	∞	∞	∞	∞	P11
														1987, M12	∞	∞	∞	P12
															2079, P11	∞	∞	P
																2212, P12	∞	P