

**PEMILIHAN JALUR TERPENDEK DENGAN
DYNAMIC PROGRAMMING DARI KECAMATAN
KESESI KE STASIUN PEKALONGAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Matematika
Dalam Ilmu Matematika



Oleh :

TAMHIDATUL JANNAH AL MUT'U

NIM: 1708046025

**MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Tamhidatul Jannah Al Mut'u**

NIM : 1708046025

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PEMILIHAN JALUR TERPENDEK DENGAN *DYNAMIC*
PROGRAMMING DARI KECAMATAN KESESI KE STASIUN
PEKALONGAN**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 15 april 2023

Pembuat Pernyataan



Tamhidatul Jannah Al Mut'u

NIM: 1708046025

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Telp. 024-7601295 Fax. 7615387
Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **PEMILIHAN JALUR TERPENDEK DENGAN DYNAMIC PROGRAMMING DARI KECAMATAN KESESI KE STASIUN PEKALONGAN**

Penulis : Tamhidatul Jannah Al Mut'u

NIM : 1708046025

Jurusan : Matematika

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Matematika.

Semarang, 26/ Mei/ 2023

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang / Penguji

Siti Maslihah, M. Si
NIP. 197706112011012004

Sekretaris Sidang / Penguji

Aini Fitriyah, M. Sc
NIP. 198909292019032021

Pengujian Utama I

Eva Khoirun Nisa, M. Si
NIP. 198701022019032010



Pengujian Utama II

Ulliya Fitriani, M. Pd
NIP.

Pembimbing I

Siti Maslihah, M. Si
NIP. 197706112011012004

Pembimbing II

Aini Fitriyah, M. Sc
NIP. 198909292019032021

NOTA DINAS

Semarang, 09 Mei 2023

Yth. Ketua Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pemilihan Jalur Terpendek Dengan *Dynamic Programming* Dari Kecamatan Kesesi Ke Stasiun Pekalongan

Nama : **Tamhidatul Jannah Al Mut'u**

NIM : 1708046025

Jurusan : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamualaikum. Wr. Wb.

Pembimbing I,



Siti Maslihah, M. Si

NIP. 197706112011012004

NOTA DINAS

Semarang, 12 Mei 2023

Yth. Ketua Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pemilihan Jalur Terpendek Dengan *Dynamic Programming* Dari
Kecamatan Kesesi Ke Stasiun Pekalongan
Nama : **Tamhidatul Jannah Al Mut'u**
NIM : 1708046025
Jurusan : Matematika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Munaqasyah.

Wassalamualaikum. Wr. Wb.

Pembimbing II,



Aini Fitriyah, M. Sc

NIP. 198909292019032021

ABSTRAK

Judul : Pemilihan Jalur Terpendek Dengan *Dynamic Programming* Dari Kecamatan Kesesi Ke Stasiun Pekalongan
Nama : **Tamhidatul Jannah Al Mut'u**
NIM : 1708046025

Jalur terpendek termasuk kedalam persoalan yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah penentuan jalur terpendek menuju tempat yang terbilang cukup ramai digunakan seperti halnya stasiun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perhitungan jalur terpendek dari Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Pekalongan dengan metode *Dynamic Programming* dan software aplikasi *POM-QM for windows*. Penelitian ini termasuk dalam penelitian studi Pustaka. Data yang digunakan diperoleh dari pencarian *google map* dengan Teknik pengumpulan data dokumentasi. Perhitungan dengan menggunakan *Dynamic Programming* pada tiap tahap menunjukkan jalur optimal pada jalur dari kantor kecamatan kesesi → Masjid Jami' Ponolawen → SPBU Sragi → Pos Polisi Spait → Pos Polisi Gumawang → SPBU Tirto → Stasiun Pekalongan dengan total jarak 27,5 Km. Dengan menginputkan data yang tersedia menunjukkan aplikasi *POM-QM for Windows* dapat memvalidasi perhitungan manual dengan *Dynamic Programming*. Hasil dari aplikasi dan manual menunjukkan jalur dan jarak minimum yang sama.

Kata Kunci : *Jalur Terpendek, Dynamic Programming, Aplikasi POM QM For Windows*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“PEMILIHAN JALUR TERPENDEK DENGAN DYNAMIC PROGRAMMING DARI KECAMATAN KESESI KE STASIUN PEKALONGAN”** di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dengan baik. Tidak lupa Sholawat serta salam penulis haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW semoga semua mendapatkan syafaatnya kelak di hari kiamat, Aamiin.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung selama pelaksanaan penelitian dan penyelesaian laporan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, hidayah sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang sekaligus orang tua kedua yang mendidik semasa di Pondok Pesantren Darul Falah Besongo Semarang

3. Dr. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Emy Siswanah, M.Sc., selaku ketua Program Studi Matematika.
5. Aini Fitriyah, M. Sc., selaku dosen wali sekaligus dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Siti Maslihah, M. Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Segenap Bapak/Ibu Dosen Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmunya dan semoga menjadi berkah bagi semuanya.
8. Teristimewa untuk Ibu Umroh dan almarhum bapak M Taufik selaku kedua orang tua penulis, yang selalu mendoakan, mendidik, memberikan cinta, kasih sayang, semangat dan motivasi yang tak terhingga. Serta untuk adik-adik tersayang yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

9. Muhammad Syihab Adda yang selalu mendampingi, memberikan dukungan, dan turut membimbing proses penulisan skripsi.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas sumbangan baik moral maupun spiritual demi terwujudnya penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan pada penulisan berikutnya. Serta semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan, Aamiin.

Semarang, 20 februari 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tamhidatul Jannah Al Mut'u'. The signature is stylized and cursive, with a large initial 'T' and 'J'.

Tamhidatul Jannah Al Mut'u

NIM. 1708046025

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
MOTTO.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	7
C. TUJUAN PENELITIAN.....	8
D. MANFAAT PENELITIAN.....	8
BAB II LANDASAN PUSTAKA.....	10
A. RISET OPERASI	10
1. Definisi Riset Operasi.....	10
2. Tahapan Dalam Riset Operasi	12
3. Model Jaringan.....	14
4. Jalur Terpendek	16

B. DYNAMIC PROGRAMMING	17
1. Konsep Dasar <i>Dynamic Programming</i>	19
2. Pendekatan Penyelesaian Masalah	21
3. Karakteristik Persoalan <i>Dynamic Programming</i>.....	23
C. POM-QM FOR WINDOWS	25
D. KAJIAN PUSTAKA	34
E. KERANGKA BERFIKIR	37
BAB III METODE PENELITIAN	40
A. JENIS PENELITIAN.....	40
B. SUMBER DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA.....	40
C. Tahap Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. DESKRIPSI HASIL PENELITIAN.....	43
B. PEMBAHASAN.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
A. KESIMPULAN	80
B. SARAN	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	86
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Sebuah Jaringan	15
Gambar 2. 2 Jaringan	16
Gambar 2. 3 Prinsip optimalitas	18
Gambar 2. 4 Graf yang menyatakan tahap dan state	24
Gambar 2. 5 Tampilan awal POM-QM for windows.....	26
Gambar 2. 6 Tampilan icon Aplikasi.....	27
Gambar 2. 7 Tampilan layar splash	27
Gambar 2. 8 Tampilan layar instruksi awal	28
Gambar 2. 9 Tampilan layar utama.....	29
Gambar 2. 10 Tampilan menu utama	29
Gambar 2. 11 Tampilan menu alat standar	30
Gambar 2. 12 Tampilan mylab dan alat format.....	30
Gambar 2. 13 Tampilan area penyelesaian masalah.....	31
Gambar 2. 14 Module-module dalam aplikasi POM-QM for Windows.....	32
Gambar 2. 15 kerangka berfikir	38
Gambar 4. 1 Peta jalur dari kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan dengan simbol perhitungan Dynamic Programming. 45	
Gambar 4. 2 Peta jalur dari kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan dengan simbol perhitungan POM QM For Windows.....	45
Gambar 4. 3 Pembagian stage peta jalur yang dapat dilalui dari kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan.....	46

Gambar 4. 4	Peta jalur pada perhitungan tahap 1 maju	50
Gambar 4. 5	Peta jalur pada perhitungan tahap 2 maju	52
Gambar 4. 6	Peta jalur pada perhitungan tahap 3 maju	54
Gambar 4. 7	Peta jalur pada perhitungan tahap 4 maju	56
Gambar 4. 8	Peta jalur pada perhitungan tahap 5 maju	58
Gambar 4. 9	Peta jalur pada perhitungan tahap 6 maju	59
Gambar 4. 10	Peta jalur optimal perhitungan metode maju	60
Gambar 4. 11	Peta jalur pada perhitungan tahap 6 mundur	62
Gambar 4. 12	Peta jalur pada perhitungan tahap 5 mundur	64
Gambar 4. 13	Peta jalur pada perhitungan tahap 4 mundur	67
Gambar 4. 14	Peta jalur pada perhitungan tahap 3 mundur	69
Gambar 4. 15	Peta jalur pada perhitungan tahap 2 mundur	71
Gambar 4. 16	Peta jalur pada perhitungan tahap 1 mundur	72
Gambar 4. 17	Peta jalur optimal perhitungan metode mundur.....	73
Gambar 4. 18	tampilan awal aplikasi.....	75
Gambar 4. 19	input data awal.....	76
Gambar 4. 20	input jalur dan biaya	78
Gambar 4. 21	output solution maju.....	79
Gambar 4. 22	output solution mundur	79

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1	Simbol titik daerah yang dilalui.....	43
Tabel 4. 2	Stage dan node yang dilewati.....	47
Tabel 4. 3	Perhitungan tahap 1 maju	49
Tabel 4. 4	Perhitungan tahap 2 maju	51
Tabel 4. 5	Perhitungan tahap 5 maju	53
Tabel 4. 6	Perhitungan tahap 4 maju	55
Tabel 4. 7	Perhitungan tahap 5 maju	57
Tabel 4. 8	Perhitungan tahap 6 maju	59
Tabel 4. 9	Solusi akhir metode bergerak mundur	60
Tabel 4. 10	Perhitungan tahap 6 mundur	61
Tabel 4. 11	Perhitungan tahap 5 mundur	63
Tabel 4. 12	Perhitungan tahap 4 mundur	65
Tabel 4. 13	Perhitungan tahap 3.....	68
Tabel 4. 14	Perhitungan tahap 2.....	70
Tabel 4. 15	Perhitungan tahap 1.....	71
Tabel 4. 16	Solusi akhir metode bergerak mundur.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jawaban Kuisisioner Keterlambatan Kereta	86
Lampiran 2 Kemungkinan Jalur Yang Dapat Dilewati Dari Kecamatan Kesesi Menuju Stasiun Pekalongan	87
Lampiran 3 Papan Nama Stasiun Pekalongan.....	102
Lampiran 4 Stasiun Pekalongan tampak depan	102
Lampiran 5 Jalur Google Maps Daerah Kecamatan Kesesi Menuju Stasiun Pekalongan.....	103

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا , إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah: 5-6)

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Matematika adalah ratu dan pelayanan ilmu. Dalam penjelasannya, ratu yang dimaksudkan adalah matematika tidak bersandar pada ilmu lain dalam perkembangannya dikarenakan matematika adalah ilmu deduktif yang mana segala kebenaran didalamnya didasarkan pada kebenaran pernyataan terdahulu. Sedangkan penjelasan matematika adalah pelayanan ilmu adalah, matematika digunakan sebagai alat bantu dalam menyelesaikan urusan yang ada dalam ilmu pengetahuan lainnya. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwasanya matematika adalah ilmu umum yang menjadi peran penting dalam ilmu pengetahuan lainnya dalam berbagai aspek dunia. Matematika sebagai dasar dan sarana bagi ilmu-ilmu lain mulai memunculkan berbagai cabang ilmu yang memudahkan dalam menyelesaikan persoalan kehidupan sehari-harinya (Suryo Widodo, 2007).

“Riset Operasi adalah aplikasi metode ilmiah untuk pengambilan keputusan yang kompleks. Metode-metode ini melibatkan pemodelan matematis dan Teknik analisis yang bertujuan mengoptimalkan system serta

proses bisnis dengan mempertimbangkan keterbatasan dan tujuan yang ada” (Wayna L. Winston, 1994). Riset operasi adalah metode untuk menganalisis dan mengoptimalkan beberapa permasalahan kehidupan sehari-hari seperti dibidang bisnis, ekonomi, transportasi, teknologi, sosial dan bidang lainnya ke dalam pemodelan matematis. *Operations Research Society Of America* pada tahun 1976 mendefinisikan riset operasi sebagai berikut: “Riset Operasi berhubungan dengan keputusan ilmiah tentang bagaimana mengoptimalkan rancangan dan operasi mesin maupun SDM yang biasanya terjadi pada keadaan di mana sumber daya dan alokasinya terbatas”. Riset operasi mengembangkan banyak model analisa untuk menyelesaikan masalah matematika seperti optimasi. Salah satu model yang dapat digunakan yaitu model teori yang menganalisis tentang jaringan (*network*).

Teori analisis jaringan digunakan dalam permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan transportasi, aliran air atau listrik, proyek, komunikasi, maupun distribusi dalam masalah pengiriman komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan dengan ongkos transportasi yang minimum. Model jaringan ini digunakan untuk menandai sebuah model yang memvisualisasikan

sebuah jaringan agar sistem jaringan yang seharusnya bisa diketahui dan dipahami dengan cepat, tepat, dan juga mudah (Siswanto, 2007). Terdapat empat macam model jaringan yang bisa digunakan untuk membantu memecahkan masalah-masalah jaringan, yaitu model jalur terpendek, model rentang jaringan minimum, model aliran maksimum, dan model distribusi terkendali (Siswanto, 2007).

Model jalur terpendek adalah salah satu model jaringan yang mencoba untuk memecahkan suatu masalah pemilihan jaringan paling efisien yang akan menghubungkan satu titik (node) dengan titik (node) lainnya (Siswanto, 2007). Persoalan jalur terpendek merupakan lintasan dengan bobot yang minimum. Bobot disini dapat berupa jarak, waktu tempuh atau ongkos transportasi dari satu titik ke titik lainnya yang berbentuk jalur tertentu. Faktor yang mempengaruhi pemilihan jalur terpendek diantaranya waktu tempuh, jarak, kemacetan, antrian dan biaya. Permasalahan jalur terpendek dapat divalidasi dengan menggunakan aplikasi POM QM for Windows. POM-QM for windows adalah perangkat lunak paling ramah yang dapat digunakan dalam bidang manajemen produksi dan operasi, metode kuantitatif, ilmu manajemen dan riset operasi. Perangkat lunak ini

dimanfaatkan untuk memecahkan suatu permasalahan atau hanya untuk memeriksa jawaban yang telah diperoleh dari penyelesaian manual (Howard J. weiss, 2018).

Pekalongan merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang ibukotanya adalah Kajen. Pekalongan telah lama dikenal sebagai kota batik. Pekalongan merupakan daerah pesisir utara yang mempunyai kegiatan ekonomi cukup padat (DPRD Kab. Pekalongan, 2021). Pekalongan juga memiliki keterkaitan dengan kabupaten atau kota lain disekitarnya untuk mendukung kegiatan perekonomian. Salah satu transportasi penunjang kegiatan masyarakat Pekalongan untuk menjadi lebih mudah dan efektif adalah kereta api.

Dalam Undang-Undang Peraturan Menteri Perhubungan bab 1 Pasal 1 poin 1 tertulis “Perkeretaapian adalah kesatuan system yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api”. Stasiun Pekalongan merupakan stasiun besar yang selalu menjadi alternatif masyarakat untuk bepergian dalam keperluan pribadi maupun kelompok yang memiliki tujuan kota-kota lain agar lebih cepat. Mayoritas pengguna kereta memiliki alasan waktu

dan jarak tempuh yang lebih cepat dari kendaraan umum biasa seperti bus maupun kendaraan pribadi. Kereta memiliki daya angkut penumpang dan barang yang lebih banyak, lebih nyaman dan dilengkapi fasilitas yang menunjang dalam setiap gerbongnya. Bepergian membawa banyak keluarga jika menggunakan kereta api lebih aman dan nyaman dengan jalur perjalanan yang relative diselingi pemandangan alam yang menarik dan langsung menuju pusat suatu kota yang dituju.

(Dinas Komunikasi dan Informatika Kab.Pekalongan, 2023) Kecamatan Kesesi merupakan salah satu kecamatan yang terletak di kabupaten Pekalongan. Masyarakat Kesesi juga tidak sedikit yang gemar bepergian keluar kota untuk berlibur maupun urusan berbisnis dengan moda transportasi salah satunya kereta api. Berdasarkan data yang peneliti ambil dari google maps, terdapat kurang lebih 101 kemungkinan jalur yang menghubungkan Kecamatan Kesesi dengan Stasiun Pekalongan dengan jarak tempuh kurang lebih 29 km dan waktu tempuh 50 menit. Akan tetapi, memilih kereta api sebagai transportasi bepergian antar kota, memiliki resiko keterlambatan tiba distasiun sebelum jadwal pemberangkatan kereta. Berdasarkan hasil dari survey melalui google form yang ditujukan kepada 25

penduduk kecamatan kesesi terdapat 12 orang tidak pernah terlambat, 8 orang pernah terlambat, 5 orang sering terlambat dengan kesimpulan 13 orang pernah mengalami keterlambatan kereta dan 12 orang lainnya tidak pernah (Lampiran 1). Banyak faktor yang mempengaruhi keterlambatan tersebut bisa dari pemilihan jalur yang kurang tepat, kepadatan kendaraan yang melintas, cuaca yang buruk, dan bisa terjadi karena lupa jam keberangkatan kereta. Pemilihan jalur terpendek yang tepat sangat dibutuhkan dalam mengatasi permasalahan keterlambatan tersebut. Dalam proses menentukan jalur terpendek dilakukan dari seluruh jalan yang akan dihubungkan dengan jalan yang ditempuh dengan membentuk suatu graph. Penentuan jalur terpendek pendistribuan tersebut menggunakan *Dynamic Programming* (Setiawan dkk, 2017).

Dynamic Programming adalah metode memecahkan masalah dengan membagi beberapa tahapan (*stage*). *Dynamic Programming* merupakan suatu Teknik matematis yang digunakan untuk mengambil keputusan yang saling berkaitan dan menyediakan prosedur sistematis untuk menentukan kombinasi keputusan yang optimal (Andi, 2005). *Dynamic Programming* memiliki gagasan dasar yang praktis yaitu

menghubungkan definisi kejadian dengan setiap tahapan perhitungannya untuk menghilangkan pengaruh ketergantungan antar tahap yang dilalui. Keputusan dalam permasalahan dioptimalkan dengan bertahap atau membaginya menjadi beberapa bagian tidak secara sekaligus (aidawayati: 2009). Keputusan optimal dari seluruh tahap tersebut disebut dengan kebijakan optimal.

Berdasarkan pemaparan diatas, perlu adanya pengetahuan lebih rinci tentang *Dynamic Programming* dan juga penerapannya untuk menentukan jalur terpendek pada kegiatan transportasi masyarakat. Peneliti tertarik mengambil judul tentang “Pemilihan Jalur Terpendek Dengan *Dynamic Programming* Dari Kecamatan Kesesi Ke Stasiun Pekalongan”.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dipaparkan diatas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perhitungan jalur terpendek dari Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Pekalongan dengan metode *Dynamic Programming*?

2. Bagaimana perhitungan jalur terpendek dari Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Pekalongan dengan software aplikasi POM-QM for windows?

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perhitungan jalur terpendek dari Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Pekalongan dengan metode *Dynamic Programming*.
2. Untuk mengetahui perhitungan jalur terpendek dari Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Pekalongan dengan software aplikasi POM-QM for windows.

D. MANFAAT PENELITIAN

Beberapa manfaat yang akan dihasilkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan tambahan pengetahuan tentang bagaimana cara menerapkan metode *Dynamic Programming* dalam penentuan jalur terpendek dan penerapan perhitungan jalur terpendek dengan software POM-QM for windows.

2. Bagi Masyarakat Kecamatan Kesesi

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan solusi untuk mempermudah perjalanan menuju stasiun dan lebih menghemat waktu juga biaya bagi masyarakat kecamatan Kesesi yang bertujuan ke stasiun Pekalongan.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan suatu referensi untuk penelitian selanjutnya, terutama yang berkaitan dengan penerapan *Dynamic Programming* dalam penentuan jalur terpendek dan perhitungan jalur terpendek dengan software POM-QM for windows.

4. Bagi Lembaga

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sarana bahan kepustakaan untuk civitas akademika khususnya pada jurusan matematika.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. RISET OPERASI

1. Definisi Riset Operasi

Riset Operasi pertama kali muncul di Inggris selama Perang Dunia II. Setelah berakhirnya perang, segera disadari pengembangannya dan potensi komersialnya telah menyebar dengan cepat di Amerika Serikat. Kini riset operasi banyak diterapkan dalam penyelesaian masalah-masalah manajemen untuk meningkatkan produktivitas atau efisiensi, namun tidak jarang perusahaan-perusahaan yang melaporkan kegagalan dalam penerapan riset operasi karena bermacam-macam alasan, seperti biaya aplikasi yang lebih besar diperoleh, persoalan yang terlalu rumit, atau ketiadaan ahli riset operasi (Andi, 2014).

Riset operasi yang sesuai dengan namanya, riset operasi mencakup riset dalam suatu kegiatan operasional. Kata “riset” dalam riset operasional menunjukkan sesuatu yang berkaitan dengan suatu pendekatan metode ilmiah, artinya proses dimulai dengan mengobservasi dan memformulasikan masalah secara berhati-hati dan kemudian mengubahnya dalam

model matematika. Selanjutnya, model ini dianalisis, dimodifikasi, dan diperbaiki sehingga memperoleh kesimpulan yang sesuai dengan dunia nyata. Sementara kata “operasi” menunjukkan suatu bidang operasional (Agustini, 2004).

Dalam riset operasi, masalah optimasi dalam pembuatan keputusan manajerial dicapai dengan menerapkan teknik matematika dan statistik. Agustini (2004) menyimpulkan bahwa riset operasi merupakan metode kuantitatif yang digunakan untuk membantu manajemen dalam membuat keputusan. Operations Research Society of America mendefinisikan riset operasi sebagai berikut: “Riset Operasi berhubungan dengan keputusan ilmiah tentang bagaimana mengoptimalkan rancangan dan operasi mesin maupun SDM, yang biasanya terjadi pada keadaan dimana sumber daya dan alokasinya terbatas”.

Riset operasi adalah metode pemecahan untuk masalah optimasi. Dalam riset operasi selain program linier juga terdapat model-model lainnya yang dapat dipelajari antara lain *Dynamic Programming, integer programming, non linear programming, network analysis, Markov chain, dan games theory* (Suyitno, 1997).

2. Tahapan Dalam Riset Operasi

Pembentukan model yang cocok hanyalah salah satu tahapan dari aplikasi riset operasi. Menurut Mulyono (2002) Pola dasar penerapan riset operasi terhadap suatu masalah dapat dipisahkan menjadi beberapa tahap.

a. Merumuskan Masalah

Sebelum solusi terhadap suatu persoalan dipikirkan, pertama kali suatu definisi persoalan yang tepat harus dirumuskan. Dalam perumusan masalah ini ada tiga pertanyaan penting yang harus dijawab:

- 1) Variable keputusan (instrumen) yaitu unsur-unsur dalam persoalan yang dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan.
- 2) Tujuan (*objective*). Penetapan tujuan membantu mengambil keputusan memusatkan perhatian pada persoalan dan pengaruhnya terhadap organisasi. Tujuan ini disebut variable keputusan.
- 3) Kendala (*constrain*) adalah pembatas-pembatas terhadap alternatif tindakan.

b. Pembentukan Model

Pengambil keputusan menentukan model paling cocok untuk mewakili system. Model merupakan ekspresi kuantitatif dari tujuan dan kendala-kendala persoalan variable keputusan. Beberapa kasus membutuhkan penggunaan kombinasi model matematik dan probabilitas. Model yang lain bisa digunakan adalah model jaringan.

c. Mencari Penyelesaian Masalah

Pada tahap ini bermacam-macam Teknik dan metode solusi kuantitatif yang merupakan bagian utama dari riset operasi memasuki proses.penyelesaian masalah merupakan aplikasi satu atau lebih Teknik-teknik terhadap model.

d. Validasi Model

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembentukan model harus valid. Suatu metode yang digunakan untuk menguji validitas model adalah membandingkan *performance*-nya dengan data masa lalu yang tersedia.

e. Penerapan Hasil Akhir

Tahapan terakhir adalah menerapkan hasil model yang telah diuji. Hal ini membutuhkan suatu penjelasan yang hati-hati tentang solusi yang digunakan dan hubungannya dengan realistik.

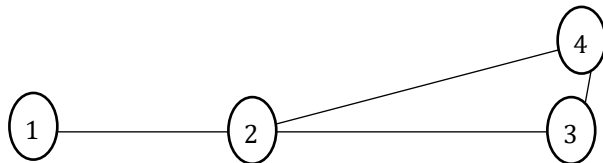
3. Model Jaringan

Model jaringan atau *network* adalah salah satu metode dari manajemen proyek yang menjadi bagian dari penerapan riset operasi. Jaringan dapat digunakan untuk kasus-kasus yang berkaitan dengan mendesain suatu sistem transportasi (seperti penentuan jalur terpendek atau penentuan arus maksimal pada suatu jalur), mendesain suatu system informasi, dan membuat jadwal proyek (Agustini , 2004). Model ini dinyatakan dalam bentuk suatu jaringan. Sebuah jaringan terdiri dari suatu himpunan titik dan suatu himpunan kurva yang menghubungkan beberapa titik dan suatu himpunan kurva yang menghubungkan beberapa titik tertentu. Sebagai contoh dalam suatu jaringan jalan antar kota, titiknya berupa terminal bis pada setiap kota dan cabang-cabangnya berupa jalan yang mengubungkan terminal-terminal tersebut. Jadi, suatu jaringan adalah sebuah grafik dengan suatu aliran tertentu pada cabang-cabangnya. Grafik dan jaringan tidak memiliki perbedaan, hanya penyebutannya saja yang berbeda. Grafik lebih cenderung digunakan dalam matematika umum dan bidang formal lainnya sedangkan kata

jaringan lebih cenderung digunakan pada bidang yang lebih terapan (Stephen wolfram, 2017)

Menurut Bondy dan Murty (1982), berdasarkan arah jelajahnya graf atau network dibagi menjadi dua macam jenis yaitu:

- a. Directed (graf berarah) merupakan sebuah graf yang rusuknya tidak mempunyai orientasi arah.
- b. Undirected (graf tak berarah) merupakan sebuah graf yang setiap rusuknya mempunyai arah.

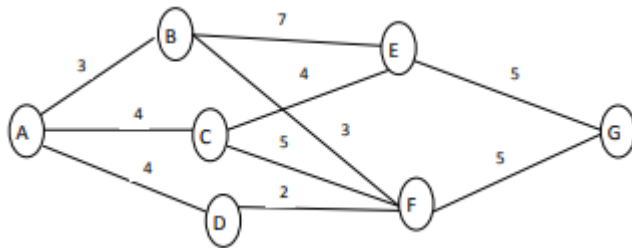


Gambar 2. 1 Contoh Sebuah Jaringan
Sumber : Agustini, 2004

Suatu jalan yang menggabungkan antara dua titik dalam sebuah jaringan jika semua titik dalam jalan tersebut berbeda disebut lintasan (*path*). Dari gambar 1, lintasan yang menghubungkan titik 1 dan 4 adalah 1-2, 2-3, dan 3-4. Suatu jalan yang menghubungkan suatu titik dengan titik itu sendiri disebut siklus (*cycle*).

Secara sederhana Sitinjak (2006) menjelaskan model arus jaringan sebagai susunan sisi yang

terhubung pada berbagai titik, dengan setiap sisi dapat memiliki kriteria kapasitas arus yang berasal dari titik tertentu menuju titik lainnya, umumnya jaringan diilustrasikan sebagai diagram yang terdiri dari sisi, titik, parameter (besaran angka yang menunjukkan kapasitas arus atau jarak). Pelambangan titik bisa berupa lingkaran atau noktah, sedangkan sisi berupa ruas garis. Seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Jaringan
 Sumber: sitinjak, 2006

4. Jalur Terpendek

Jalur terpendek adalah salah satu model jaringan dari riset operasi yang digunakan untuk menentukan jalur terpendek dari berbagai jalur yang tersedia atau bisa digunakan untuk memecahkan masalah jaringan secara efisien yang akan menghubungkan satu titik ke titik lainnya. Lintasan yang menghubungkan kedua titik tersebut adalah rangkaian garis dalam beberapa titik dapat berupa

beberapa lintasan yang berbeda, baik berupa lintasan dengan bobot minimum ataupun lintasan jarak pendek. Bobot minimum dapat berupa jarak, waktu tempuh, atau ongkos transportasi dari satu titik yang lainnya yang membentuk jalur tertentu (Dimiyati, 2003).

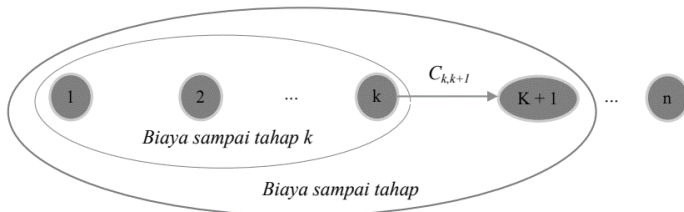
Menurut Rinaldi Munir (2007) permasalahan jalur terpendek dalam graf merupakan salah satu permasalahan yang berkaitan dengan optimasi. Dalam kegiatan sehari-hari kita dapat menemukan permasalahan yang berkaitan dengan jalur terpendek dimana kita harus menentukan jalur dengan jarak dan biaya minimal dari suatu tempat menuju tempat lain.

B. DYNAMIC PROGRAMMING

Dynamic Programming adalah metode untuk memecahkan masalah yang kompleks dengan memecah masalah yang diberikan menjadi beberapa sub masalah dan menyimpan solusi untuk sub masalah tersebut dalam sebuah tabel. Umumnya, *Dynamic Programming* diterapkan dalam masalah optimasi proses banyak tahap. Suatu permasalahan dalam penyelesaiannya dilakukan dengan *multistage* dibagi menjadi sebuah sub masalah yang saling berhubungan dan berurutan. *Dynamic*

programming bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan optimasi yang di rincikan dalam setiap tahapan. Bersesuaian dengan inti dari *Dynamic Programming* yaitu membagi sebuah permasalahan menjadi permasalahan yang lebih kecil dengan tujuan mempermudah proses perhitungannya (Pardi Affandi, 2012).

Menurut Rinaldi Munir (2015) pada *Dynamic Programming*, rangkaian keputusan yang optimal dibentuk dengan menggunakan prinsip optimalitas. Prinsip optimalitas yaitu apabila solusi optimal, maka bagian solusi sampai tahap ke-k juga optimal. Prinsip optimalitas berarti bahwa jika kita mengerjakan permasalahan dari tahap k ketahap k+1, maka hasil optimal dari tahap k dapat dipergunakan tanpa harus Kembali ke tahap awal. Biaya pada tahap k+1 = (biaya yang dihasilkan pada tahap k) + (biaya dari tahap k ke tahap k+1)



Gambar 2. 3 Prinsip optimalitas

Sumber: Rinaldi Munir, 2015

Dynamic Programming memiliki beberapa istilah yang akan sering digunakan dalam pembahasannya:

- a. Alternatif : nilai sebuah alternatif ditentukan *decision variable* dan fungsi tujuan pada setiap stage yang dilalui.
- b. *State* : *State* menyatakan hubungan antara *stage* satu terhadap *stage* lainnya. Sampai dengan perhitungan setiap stage dapat dioptimalkan secara terpisah untuk memberikan hasil optimasi yang relevan pada keseluruhan permasalahan yang di perhitungkan.
- c. *Stage* (tahap) : merupakan sebuah bagian persoalan yang memiliki *decision variable* didalamnya (Aidawayati, 2011).

1. Konsep Dasar *Dynamic Programming*

Menurut Sri Mulyono (2004) *Dynamic Programming* memiliki konsep dasar yang diungkapkan dalam *principle of optimality*. Ciri-ciri dasar dari suatu *Dynamic Programming* adalah:

- a. Dalam *Dynamic Programming*, keputusan tentang suatu masalah ditandai dengan optimasi pada tahap berikutnya, tidak sekaligus. Jadi, jika suatu masalah akan diselesaikan dengan *Dynamic Programming*,

maka masalah harus dipisahkan menjadi n sub problem.

- b. Pilihan atau keputusan Masalah-masalah dalam *Dynamic Programming* dibuat pada masing-masing tahap. Seluruh kemungkinan yang tersedia diatur, dicerminkan atau keduanya oleh *state* atau system status pada setiap tahapan.
- c. Keputusan dalam setiap tahap yaitu *return function* yang mengevaluasi pilihan yang dibuat yang disebut maksimasi atau minimasi.
- d. Pada setiap tahap, fungsi transisi menjadi bahan proses keputusan yang dihubungkan dengan tahap yang berdekatan. Tergantung pada sifat-sifat masalah fungsi ini dapat berupa kontinu maupun kuantitas yang diskrit.
- e. Hubungan rekursif digunakan untuk menghubungkan kebijakan optimum pada tahap n dengan $n-1$.
- f. Prosedur penyelesaian bergerak dari tahap ke tahap berikutnya sampai keputusan optimum pada tahap akhir ditemukan dengan menggunakan hubungan rekursif.

Dalam permasalahan Riset Operasi tidak hanya *Dynamic Programming* saja yang dapat digunakan

untuk penyelesaian salah satunya adalah algoritma *Greedy* (Rinaldi Munir, 2015) Penyelesaian menggunakan algoritma *Greedy*: hanya satu rangkaian keputusan yang dihasilkan *Dynamic Programming*: lebih dari satu rangkaian keputusan yang dipertimbangkan. Permasalahan dalam *Dynamic Programming* pada umumnya memiliki prinsip dasar dimana suatu masalah dapat dibagi dalam bagian-bagian masalah yang lebih kecil lagi atau sub masalah. Submasalah ini dapat disebut sebagai titik keputusan atau tahap.

2. Pendekatan Penyelesaian Masalah

Sebuah objek disebut rekursif (berulang) apabila setiap objek mendefinisikan dirinya sendiri atau objek tersebut mengandung dirinya sendiri. Definisi rekursif dalam matematika adalah sebuah fungsi dimana fungsi tersebut mendefinisikan dirinya sendiri (Diana, 2013).

Menurut Rinaldi munir (2015) penyelesaian dalam permasalahan *Dynamic Programming* memiliki dua pendekatan rekursif yaitu maju dan mundur. Berikut penjelasan terkait dua pendekatan penyelesaian permasalahan *Dynamic Programming* :

a. *Forward recursive equation / up down* (perhitungan dari depan ke belakang) :

misalkan x_1, x_2, \dots, x_k menyatakan peubah (variabel) keputusan yang akan dibuat untuk masing-masing tahap 1, 2, ..., k .

Pada tahap ini, keputusan dibuat dari depan yaitu dimulai dari 1 berlanjut ketahap 2, ..., sampai pada tahap k . runtutan dari variabel keputusan adalah x_1, x_2, \dots, x_k

Rumusan pendekatan Maju :

$$f_k(s) = c_{x_k s} \quad (2.1)$$

$$f_k(s) = \min_s \{f_k(x_k, s)\}, \text{ dengan}$$

$$f_k(x_k, s) = c_{x_k s} + f_{k-1}(x_k) \quad (2.2)$$

Keterangan:

x_k : peubah keputusan pada tahap k

$c_{s x_k}$: Jarak dari s ke x_k

$f_k(s, x_k)$: Total jarak lintasan dari s ke x_k

$f_k(s)$: nilai minimum dari $f_k(s, x_k)$

b. *Backward recursive equation / bottom up* (perhitungan dari belakang ke depan):

Pada tahap ini, keputusan dibuat dari belakang yaitu dimulai dari tahap k terus maju ke $k-1$, $k-2$, dan

seterusnya sampai ke tahap 1. Runtutan dari variabel keputusan adalah x_k, x_{k-1}, \dots, x_1 .

Rumusan pendekatan mundur:

$$f_k(s) = c_{sx_k} \quad (2.3)$$

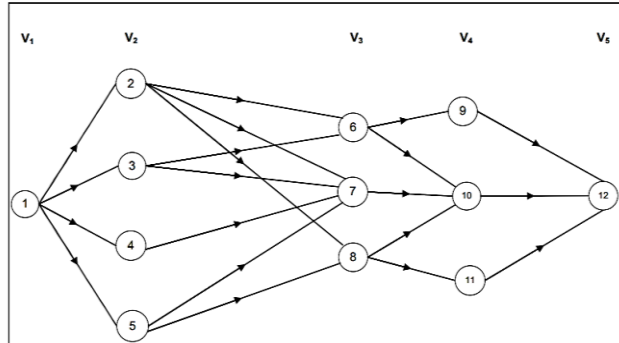
$$f_k(s) = \min_{x_k} \{f_k(s, x_k)\}, \text{ dengan}$$

$$f_k(s, x_k) = c_{sx_k} + f_{k+1}(x_k) \quad (2.4)$$

3. Karakteristik Persoalan *Dynamic Programming*

Dynamic Programming mempunyai karakteristik yang akan diselesaikan. Karakteristik yang diterapkan dalam persoalan *Dynamic Programming* adalah:

1. Persoalan bisa dibagi menjadi beberapa stage/tahap dalam setiap tahapan akan diambil satu keputusan.
2. Pada setiap tahap terdiri sejumlah state yang memiliki hubungan pada tahap tersebut. Umumnya, state berupa berbagai macam kemungkinan yang muncul pada tahap tersebut. Dengan begitu dihubungkan dengan graf multistage (*multistage graph*). Dimana pada setiap simpul pada graf menyatakan state dan yang dinyatakan sebagai tahap adalah v_1, v_2, \dots .



Gambar 2. 4 Graf yang menyatakan tahap dan state
 Sumber: Andi, 2008

3. Pada setiap tahap, hasil dari keputusan yang diambil ditransformasikan dari state tahap tersebut untuk state tahap berikutnya.
4. Jumlah tahapan yang bertambah mempengaruhi ongkos/*cost* pada suatu tahap yg meningkat secara beraturan.
5. Ongkos pada suatu tahap bergantung pada ongkos dalam setiap tahap sebelumnya dan tahap tersebut.
6. keputusan terbaik pada tahapan bersifat independent terhadap keputusan tahapan sebelumnya.
7. Setiap state pada tahap k memberikan keputusan terbaik untuk setiap state pada tahap $k+1$ yang menunjukkan adanya hubungan rekursif.

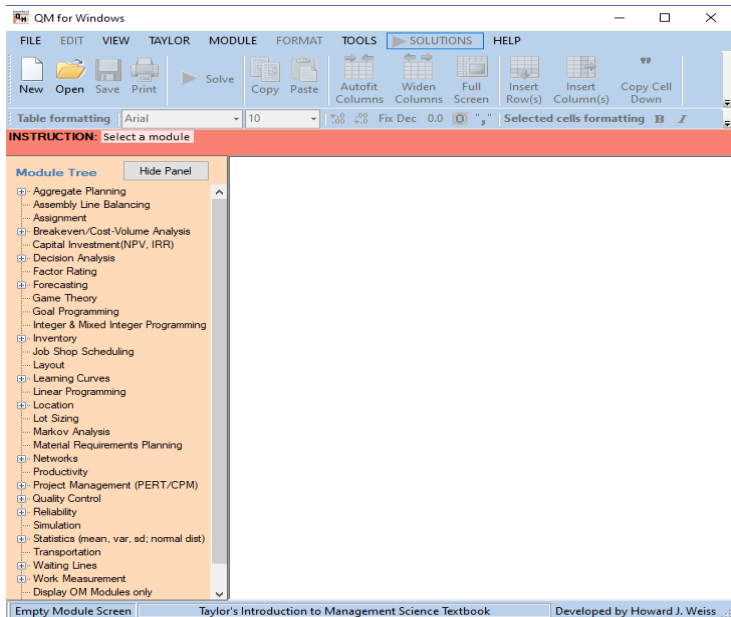
8. Prinsip optimalitas berperan dalam persoalan *Dynamic Programming* (Hillier Lieberman, 2005)

C. POM-QM FOR WINDOWS

POM-QM for windows adalah perangkat lunak paling ramah yang dapat digunakan dalam bidang manajemen produksi dan operasi, metode kuantitatif, ilmu manajemen dan riset operasi. Perangkat lunak ini dimanfaatkan untuk memecahkan suatu permasalahan atau hanya untuk memeriksa jawaban yang telah diperoleh dari penyelesaian manual (Howard J. weiss, 2018). Ada tiga perangkat lunak yang serupa: QM for Windows untuk mendukung perhitungan dengan metode kuantitatif untuk bisnis, POM for Windows untuk mendukung perhitungan manajemen operasi, dan DS for Windows untuk mendukung perhitungan kombinasi dari kedua perangkat lunak sebelumnya. Ketiga perangkat lunak ini digabungkan menjadi 1 dalam aplikasi POM-QM for windows versi 5 dimana semua modul dari setiap perangkat lunak tersedia. Perangkat lunak tersebut mudah digunakan untuk mendukung proses perhitungan teknis untuk metode kuantitatif (Budi Harsanto, 2011).

POM-QM for Windows memiliki fitur dalam pengambilan keputusan bisnis yang disebut dengan

modul. Dalam meningkatkan pemahaman modul dalam setiap perangkat, aplikasi memiliki pemisah antar modul. Perangkat dapat menampilkan pengaturan untuk memperlihatkan hanya POM modul, hanya QM modul saja atau keduanya POM dan QM modul. POM-QM for windows ada beberapa versi. Versi yang dibahas pada penelitian ini adalah versi 5.3. tidak ada perbandingan yang signifikan dari versi-versi sebelumnya, POM-QM versi 5.3 ini terbilang mudah digunakan.



Gambar 2. 5 Tampilan awal POM-QM for windows (sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

Berikut akan dijelaskan tentang Aplikasi POM-QM lebih lanjut (Howard J. weiss, 2018):

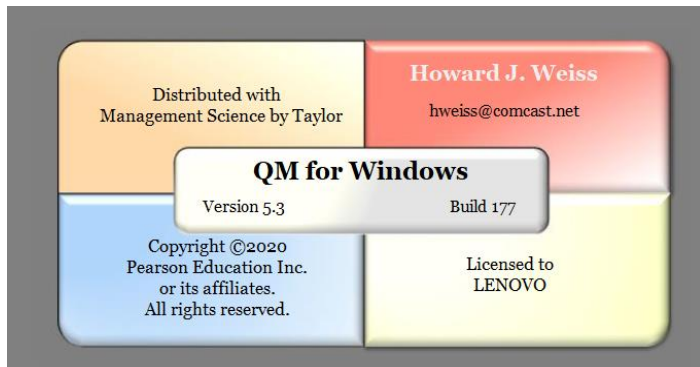
1. Memulai Program

Cara termudah untuk memulai program adalah dengan mengklik dua kali ikon program yang ada di desktop.



Gambar 2. 6 Tampilan icon Aplikasi
(sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

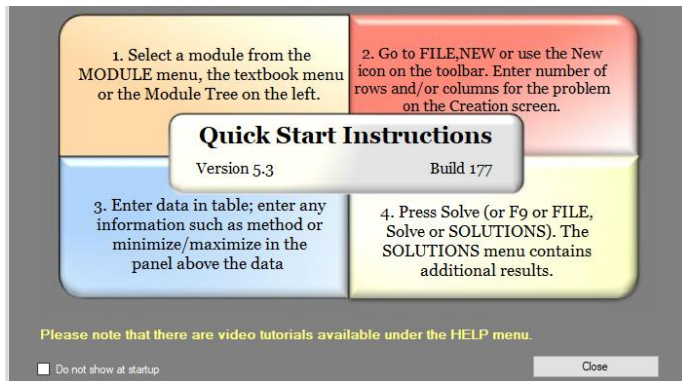
Setelah memulai program, layar splash akan muncul sebagai berikut:



Gambar 2. 7 Tampilan layar splash
(sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

Program akan dimulai dalam beberapa detik setelah tampilan pembuka muncul dan layar dengan instruksi

tentang 4 langkah cara kerja perangkat lunak POM-QM For Windows akan muncul.

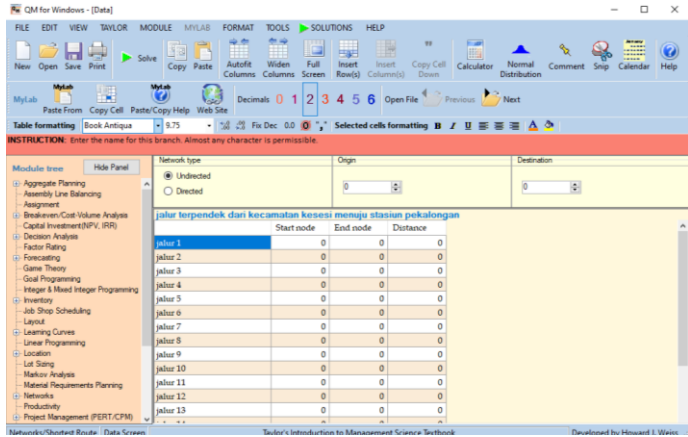


Gambar 2. 8 Tampilan layar instruksi awal
(sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

Ada opsi pada bagian kiri bawah untuk mencegah layar ini ditampilkan

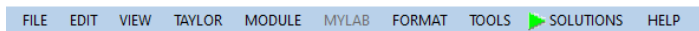
2.Layar Utama

Layar selanjutnya yang muncul adalah layar utama yang kosong. Untuk menampilkan semua komponen layar, layar berikut menampilkan modul dan file data yang dimuat.



Gambar 2. 9 Tampilan layar utama
(sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

Bagian atas layar menunjukkan bilah judul windows. Pada awalnya judulnya adalah POM For Windows atau QM For Windows dan diikuti dengan nama penulis disebelahnya. Bilah judul akan berubah untuk menyertakan nama file saat file dimuat atau disimpan. Sebelah kiri bilah judul terdapat kotak kontrol windows dan sebelah kanan adalah tombol perkecil, perbesar, dan tutup standar untuk opsi ukuran jendela. Dibawah bilah judul terdapat bilah yang berisi menu utama.



Gambar 2. 10 Tampilan menu utama
(sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

Pada awal program, edit data tidak tertera karena tidak adanya data untuk diedit. Opsi solution juga akan diaktifkan atau dinonaktifkan karena mengacu pada jendela hasil dan belum ada hasil.

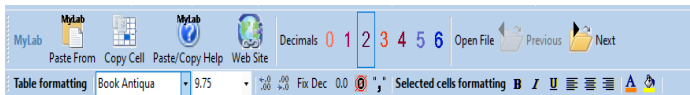
Dibawah menu adalah bilah alat standar atau biasa disebut bilah tombol.



Gambar 2. 11 Tampilan menu alat standar (sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

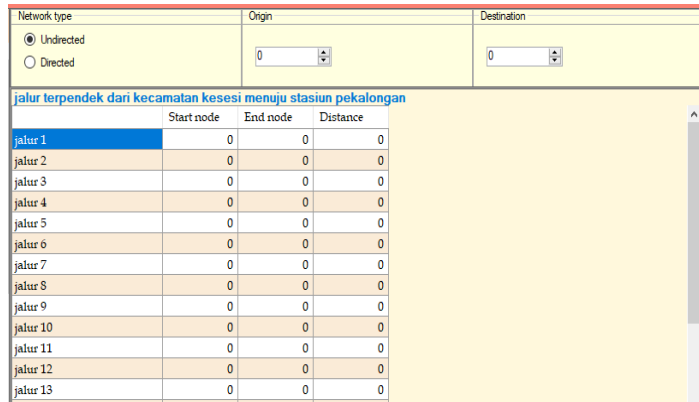
Toolbar diatas berisi pintasan untuk beberapa perintah menu yang paling umum digunakan. Salah satu alat yang sangat penting adalah solve dalam urutan kelima dari kiri. Solve ditekan setelah memasukkan data dan siap untuk menyelesaikan masalah. Setelah menekan solve maka akan muncul edit data pada bagian atas untuk memperbaiki data yang telah dimasukkan dan mengulangi copy menekan solve.

Dibawah bilah alat standar adalah bilah mylab dan bilah alat format.



Gambar 2. 12 Tampilan mylab dan alat format (sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

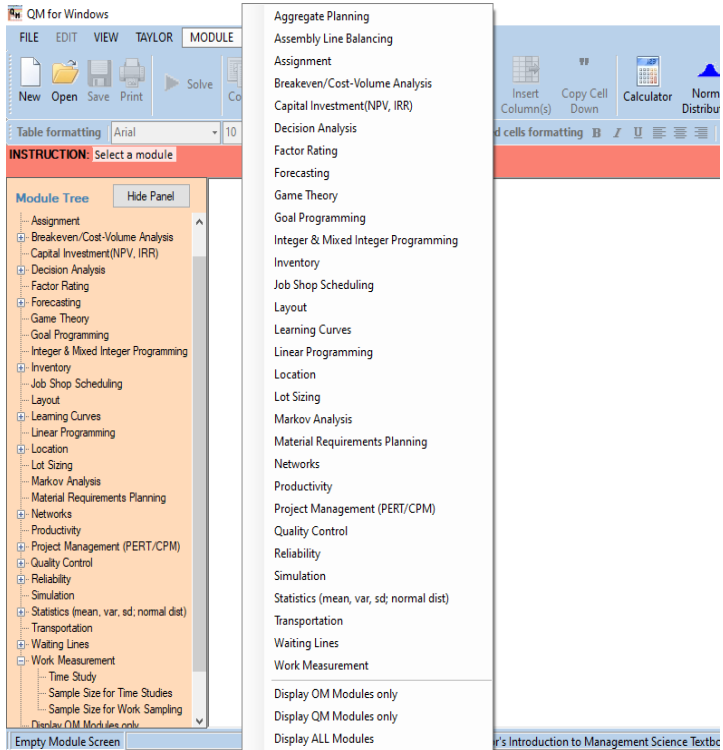
Toolbar ini sangat mirip dengan toolbar yang terdapat di excel, word, dan program windows lainnya.



Gambar 2. 13 Tampilan area penyelesaian masalah (sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

Pada area tengah yaitu area permasalahan terdapat bilah data tambahan untuk menempatkan informasi masalah tambahan dan ada tabel data utama yang berisi heading atau judul,serta baris dan kolom. Jenis baris dan kolom tergantung pada modul, jenis masalah, dan masalah tertentu.

Disisi kiri layar terdapat pohon modul yang digunakan untuk memulai masalah baru dengan mudah.



Gambar 2. 14 Module-module dalam aplikasi POM-QM for Windows
(sumber: aplikasi POM-QM For Windows)

3. Network

Network adalah salah satu dari beberapa modul yang tersedia di dalam software POM-QM For Windows. Network memiliki tiga model yang dapat diselesaikan: *Minimum Spanning Tree*, *Shortest Path* dan *Maximal Flow*. Pada penelitian ini digunakan *shortest path*

tujuannya untuk menemukan jalur dan jarak terpendek dari satu titik ke titik lainnya. Data pada shortest path dapat diatur untuk diarahkan(*directed*) atau tidak diarahkan (*undirected*). Jika tidak diarahkan, jarak dari misal node x menuju n diatur sama dengan jarak dari node n ke x.

4. Instruksi penggunaan pada masalah secara umum

Penggunaan aplikasi POM QM For Windows beragam dalam setiap problem yang akan diselesaikan. Berikut instruksi dalam penggunaan aplikasi POM QM secara umum:

- a) Pilih modul dari salah satu modul yang tersedia pada menu modul, menu atau pilihan modul ada di aplikasi sisi bagian kiri.
- b) Buka file, baru atau gunakan ikon baru dibilah alat. Masukkan jumlah baris dan atau kolom untuk masalah pada layer pembuatan yang telah dipilih.
- c) Masukkan data ke dalam table; masukkan informasi apapun seperti metode, meminimumkan atau memaksimalkan pada panel diatas data
- d) Tekan f9 atau solve atau solution. Menu solusi berisi hasil dari perhitungan yang telah dilakukan.

D. KAJIAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini, peneliti menggali informasi dari penelitian-penelitian sebelumnya dalam rangka mendapatkan teori-teori yang memiliki kaitan dengan judul yang digunakan.

1. Penelitian oleh Jodi Setiawan dkk tahun 2019 dengan judul "Penentuan Rute Terpendek Menuju Pusat Perbelanjaan di Jakarta Menggunakan Algoritma Dijkstra" sumber jurnal ilmiah MATRIX. Penelitian ini menerapkan metode algoritma dijkstra pada pencarian jalur terpendek menuju sebuah pusat perbelanjaan terdekat. Hasil uji menyatakan algoritma dijkstra dapat diimplementasikan untuk persoalan pencarian jalur terpendek dengan keakuratan mencapai 93% dengan adanya perbandingan antara hasil perhitungan dari peneliti dan hasil perhitungan oleh system. Penelitian ini sama membahas persoalan jalur terpendek akan tetapi berbeda dalam segi perhitungan yaitu dengan algoritma dijkstra sedangkan penulis menggunakan metode *Dynamic Programming*
2. Penelitian oleh Hermianus Yunus dkk tahun 2015 dengan judul " Metode Program Dinamis Pada

Penyelesaian *Travelling Salesmen Problem*” sumber jurnal BIMASTER. Pada penelitian ini, permasalahan TSP untuk menentukan sirkuit dengan bobot minimum dapat diselesaikan dengan program dinamis rekursif maju dan rekursif mundur. Solusi optimal yang diperoleh dari penyelesaian TSP simetris dan TSP asimetris menggunakan program dinamis perhitungan rekursif majus ama dengan rekursif mundur, karena jika dipilih untuk sebarang simpul awal maka diperoleh sebuah sirkuit dengan bobot yang sama minimum. kemudian sirkuit diperoleh dengan merekonstruksi simpul yang dilewati dari iterasi ke-1 sampai iterasi ke- t , dan bobot minimum dari sirkuit tersebut berdasarkan solusi pada iterasi ke- t . Permasalahan pada penelitian ini membahas *Travelling Salesmen Problem* berbeda dengan permasalahan yang diteliti oleh penulis, sedangkan metode yang digunakan sama menggunakan *Dynamic Programming* atau program dinamis.

3. Penelitian oleh Jumaidi tahun 2014 dengan judul “Penentuan Rute Terpendek Menuju Kampus Menggunakan Algoritma *Dynamic Programming*” sumber jurnal ISTEK. Pada penelitian ini,

permasalahan yang dibahas adalah tentang pencarian jalur terpendek dari tempat tinggal peneliti menuju kampus UIN Bandung. Dengan memperhitungkan kepadatan jalan dan banyaknya jalan alternatif yang ada di daerah kecamatan Cibiru Kota Bandung. Metode yang digunakan untuk penyelesaian masalah jalur terpendek menuju kampus UIN Bandung adalah dengan metode algoritma *Dynamic Programming*. Permasalahan dan metode perhitungan pada penelitian ini memiliki persamaan dengan penelitian yang dilakukan penulis, yang menjadi perbedaan yaitu tempat atau lokasi yang digunakan untuk penelitian ini dilakukan dibanding dan penelitian yang dilakukan penulis dilakukan di Pekalongan.

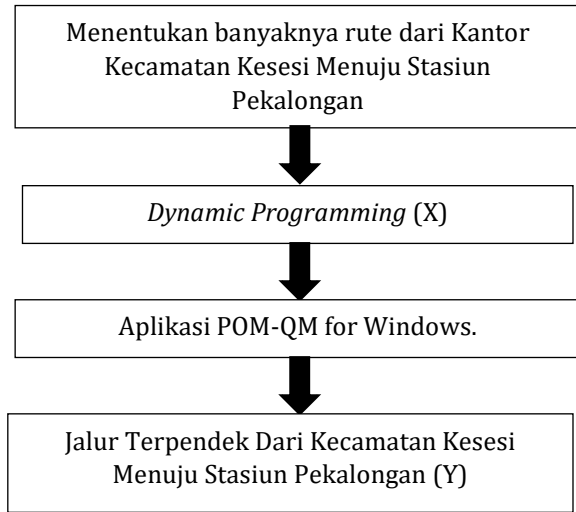
4. Penelitian oleh Kana Saputra dkk tahun 2019 dengan judul “Analisis Transportasi Pengangkutan Sampah di Kota Medan Menggunakan *Dynamic Programming*” sumber JITE. Penelitian mengambil sampel data 6 pasar tradisional yang berada di kota Medan. Hasil dari perhitungan yang dilakukan dengan *Dynamic Programming* dapat menentukan jalur yang optimal untuk 6 pasar tradisional yang ada di kota Medan menggunakan 2 amroll truck

container. Permasalahan dan metode yang digunakan sama dengan penelitian yang dilakukan penulis yang menjadi perbedaan adalah spesifikasi dalam permasalahan yang dibahas yaitu penelitian ini menganalisis transportasi pengangkutan sampah di kota Medan sedangkan penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah analisis penentuan jalur terpendek antar daerah di Pekalongan.

Dari penelitian-penelitian yang telah dijabarkan diatas, pada setiap penelitian juga terdapat persamaan dan perbedaan dengan penelitian yang dilakukan penulis. Dari keseluruhan penelitian diatas juga tidak adanya penerapan pada software dari perhitungannya, sedangkan penulis menggunakan software POM-QM for windows dalam penerapan perhitungannya.

E. KERANGKA BERFIKIR

Kerangka berfikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. 15 kerangka berfikir

Kerangka berfikir diatas bermaksud bahwa peneliti fokus terhadap menganalisa jalur terpendek dari Kantor Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Pekalongan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyelesaian perhitungan dengan metode *Dynamic Programming* dalam menentukan jalur terpendek dari Kecamatan Kesesi Menuju Stasiun Pekalongan. Perhitungan yang dilakukan dengan metode *Dynamic Programming* menghasilkan jalur dengan jarak minimum dari Kecamatan Kesesi Menuju Stasiun Pekalongan. Dari perhitungan yang dilakukan dengan metode *Dynamic*

Programming dilanjutkan dengan perhitungan aplikasi POM QM for Windows untuk membuktikan bahwa perhitungan manual dengan metode *Dynamic Programming* berkesinambungan dengan perhitungan dengan aplikasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. JENIS PENELITIAN

Berdasarkan penjabaran pada rumusan masalah dan tujuan dari penelitian ini, Jenis penelitian ini adalah pendekatan Studi Pustaka. Studi Pustaka adalah sebuah Langkah-langkah awal dalam teknik pengumpulan data, yang ditujukan pada pencarian data dan informasi yang dibutuhkan melalui dokumen-dokumen, baik itu dokumen tertulis, gambar, foto-foto maupun dokumen elektronik yang dapat mendukung dalam proses penulisan penelitian. Apabila pengumpulan data didukung menggunakan foto-foto atau karya tulis akademik dan seni yang sudah ada, maka penulisan juga semakin sempurna (Sugiyono, 2012).

B. SUMBER DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder atau data yang didapat tidak secara langsung dari objek penelitian. Data yang digunakan diperoleh dari pencarian *google map* dengan Teknik pengumpulan data dokumentasi. Teknik dokumentasi pada penelitian ini dengan menggunakan data pada

google map yaitu jarak dari titik-titik persimpangan perjalanan dari Kantor Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Besar Pekalongan. Pengambilan jarak berdasarkan satuan km dari semua arah yang mencakup jalur-jalur penghubung dari Kantor Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Besar Pekalongan

C. Tahap Penelitian

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Mengumpulkan data dari *google map*. Data yang diambil adalah jarak km antar wilayah dari kecamatan Kesesi menuju stasiun besar Pekalongan.
2. Mengaplikasikan data pada graf dengan membagi wilayah-wilayah yang ada menjadi beberapa bagian.
3. Memilih variabel X_k ($k=1, 2, 3, 4, 5, 6$) sebagai wilayah yang harus ditempuh pada tahap
4. Menentukan metode rekursif *Dynamic Programming* yang akan dipakai. Dalam penelitian ini, digunakan rekursif maju (*forward*) dan rekursif mundur (*backward*)
5. Melakukan perhitungan terhadap data berdasarkan rekursif yang digunakan sehingga memperoleh hasil optimal dengan memilih $f_k(s, x_k)$ sebagai total biaya

untuk kebijakan keseluruhan dari tahapan selanjutnya.

6. Melakukan validasi perhitungan dengan aplikasi *POM QM for Windows*
7. Dari perhitungan nilai-nilai yang ada pada setiap tahap diperoleh solusi optimal yaitu jarak terpendek untuk perhitungan jalur terpendek.
8. Menentukan jalur dari hasil optimal yang telah didapatkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab IV akan dilakukan Analisis dan pembahasan penerapan metode *Dynamic Programming* dalam memperhitungkan jalur terpendek dari kantor kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan.

A. DESKRIPSI HASIL PENELITIAN

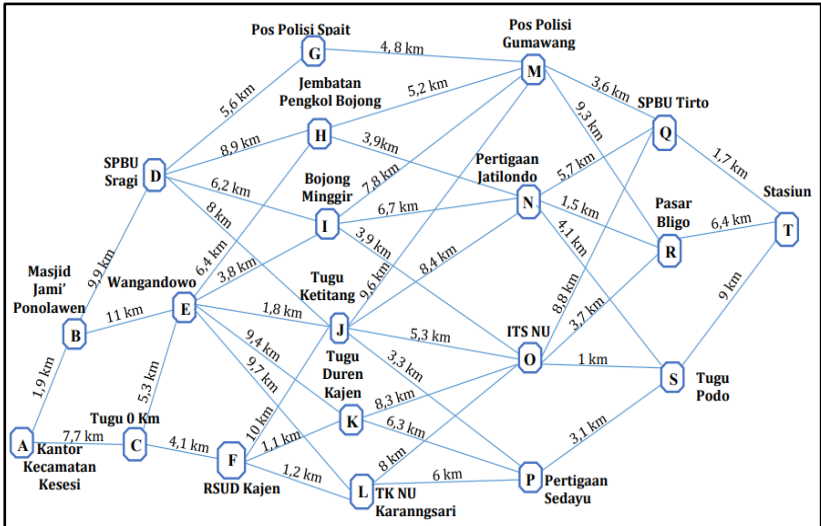
Diketahui perjalanan dari kantor kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan memiliki beberapa alternatif jalur. Persimpangan atau titik keramaian pada setiap desa yang dilalui menuju stasiun Pekalongan dijadikan sebagai *node*. Setiap *node* atau titik dari jalur yang dilalui digunakan simbol dengan inisial huruf untuk mempermudah perhitungan. Berikut dijelaskan istilah huruf yang digunakan:

Tabel 4. 1 Simbol titik daerah yang dilalui

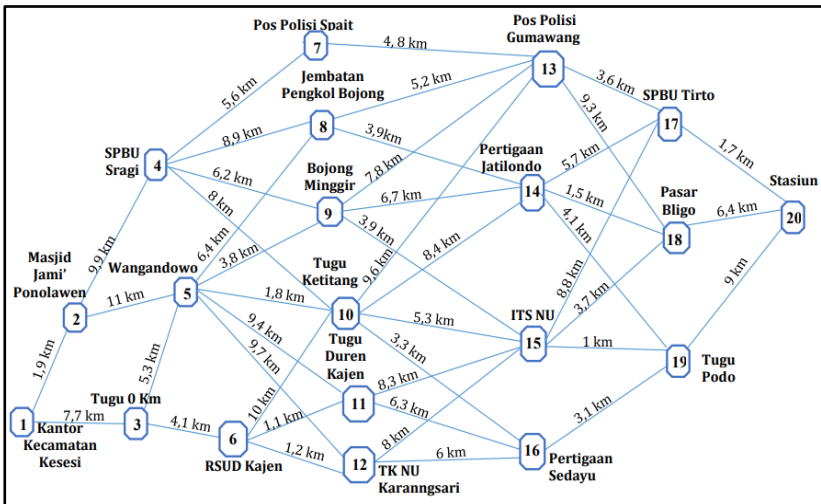
SIMBOL PERHITUNGAN DYNAMIC PROGRAMMING	SIMBOL PERHITUNGAN POM-QM FOR WINDOWS	NAMA NODE ATAU TITIK JALUR
A	1	Kantor kecamatan Kesesi
B	2	Masjid Jami' Ponolawen
C	3	Tugu 0 KM
D	4	SPBU Sragi

SIMBOL PERHITUNGAN DYNAMIC PROGRAMMING	SIMBOL PERHITUNGAN POM-QM FOR WINDOWS	NAMA NODE ATAU TITIK JALUR
E	5	Pertigaan Wangandowo
F	6	RSUD Kajen
G	7	Pos Polisi Spait
H	8	Jembatan Pengkol Bojong
I	9	Pertigaan Bojong Minggir
J	10	Tugu Ketitang
K	11	Tugu Duren Kajen
L	12	TK NU Karangsari
M	13	Pos Polisi Gumawang
N	14	Pertigaan Jatilondo
O	15	ITS NU
P	16	Pertigaan Sedayu
Q	17	SPBU Tirto
R	18	Pasar Bligo
S	19	Tugu Podo
T	20	Stasiun besar Pekalongan

Dari 20 *node* yang ada, peneliti menyimpulkan terdapat 101 kemungkinan jalur yang dapat dilalui dari kantor kecamatan kesesi menuju stasiun Pekalongan seperti tertera pada lampiran 2. Alternatif jalur yang dilalui dapat dilihat pada gambar berikut:

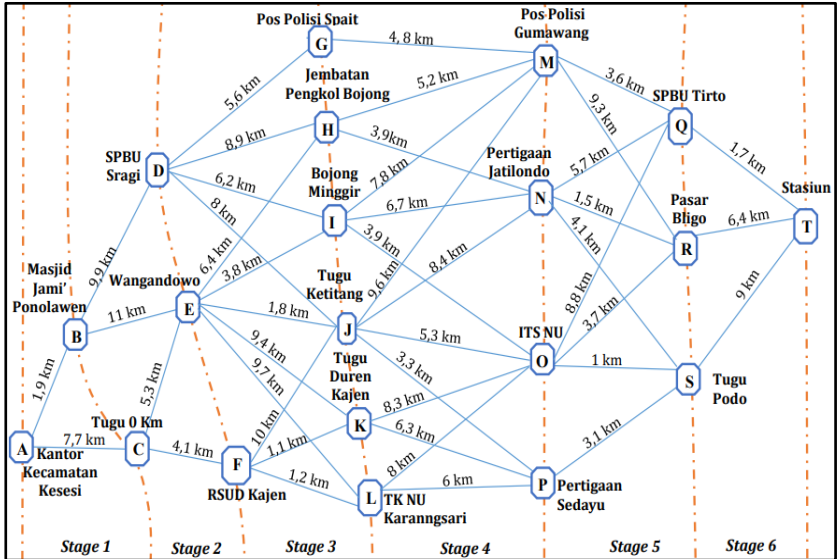


Gambar 4. 1 Peta jalur dari kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan dengan simbol perhitungan *Dynamic Programming*.



Gambar 4. 2 Peta jalur dari kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan dengan simbol perhitungan POM QM For Windows.

Dalam perhitungan jalur yang terdapat pada gambar 4.1 dan 4.2 terlebih dahulu dibagi menjadi 7 titik jalur dengan hasil 6 tahapan atau *stage*.



Gambar 4. 3 Pembagian stage peta jalur yang dapat dilalui dari kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan.

Dalam penyelesaian solusi jalur terpendek tahap pertama adalah membagi jalur yang dilalui pada peta menjadi beberapa bagian. Bagian ini merupakan tahapan-tahapan (*stage*) yang akan diproses untuk mendapatkan solusi optimal pada setiap *stage*. Terdapat 6 tahap yang membagi beberapa jalur dari kecamatan kesesi menuju stasiun pekalongan.

Tabel 4. 2 Stage dan node yang dilewati

Stage	Awal Node	Tujuan Node
1	A	B, C
2	B	D, E
	C	E, F
3	D	G, H, I, J
	E	H, I, J, K, L
	F	J, K, L
4	G	M
	H	M, N
	I	M, N, O
	J	M, N, O, P
	K	O, P
	L	O, P
5	M	Q, R
	N	Q, R, S
	O	Q, R, S
	P	S
6	Q	T
	R	T
	S	T

B. PEMBAHASAN

1. Perhitungan Menggunakan *Dynamic Programming*

Diketahui perjalanan dari kecamatan kesesi menuju stasiun pekalongan memiliki beberapa alternatif jalan. Untuk menentukan lintasan terpendek dari beberapa alternatif jalan yang dapat dilalui adalah dengan

menggunakan *Dynamic Programming*. Perhitungan dengan *Dynamic Programming* dapat menggunakan metode maju dan mundur.

Diketahui jalur yang akan dilalui adalah $A \rightarrow x_1 \rightarrow x_2 \rightarrow x_3 \rightarrow x_4 \rightarrow x_5 \rightarrow x_6$ yang dalam hal ini $x_6 = T$.

Pada persoalan ini, Tahap/stage (k) adalah proses memilih simpul tujuan berikutnya (ada 6 tahap). Sedangkan Status/state (s) yang berhubungan dengan masing-masing tahap adalah simpul-simpul didalam graf.

Untuk mengetahui kedua metode *Dynamic Programming* sama-sama berfungsi pada penelitian ini, maka peneliti menggunakan kedua metode tersebut. Berikut akan dihitung jarak yang lebih minimum dengan menggunakan *Dynamic Programming* metode maju dan mundur:

a. *Forward recursive equation / up down* (perhitungan dari depan ke belakang)

Perhitungan menggunakan *Dynamic Programming* dengan proses bergerak maju, dimana hasil optimal yang akan didapatkan ditentukan dari tahap 1 dan berakhir pada tahap k.

Relasi rekurens berikut menyatakan jalur terpendek dari status s ke x_1 pada tahap $k=1$:

$$f_1(s) = c_{x_1s}$$

$$f_k(s) = \min_s \{f_{k-1}(x_k) + c_{x_k s}\} \text{ dengan}$$

$$k = 2, 3, 4, 5, 6$$

Perhitungan pada setiap tahap:

Tahap 1

Pada tahap $k = 1$, maka perjalanannya hanya ditentukan sepenuhnya oleh kondisi s sekarang, yaitu daerah Kantor Kecamatan Kesesi (A) dengan tujuan akhir Masjid Jami' Ponolawen (B) dan Tugu 0 KM (C). Sehingga $f_1(s) = c_{x_1s}$

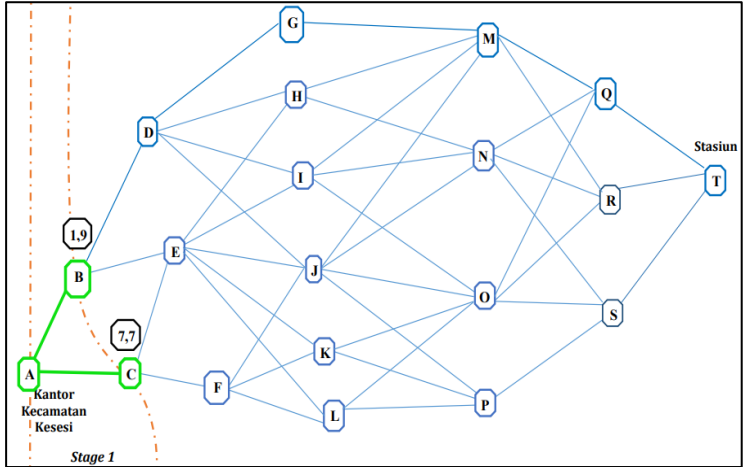
Tabel 4. 3 Perhitungan tahap 1 maju

S	Solusi optimum	
	$f_1(s)$	X_1^*
B	1,9	A
C	7,7	A

Catatan : X_k^* adalah nilai dari X_k yang meminimumkan

$$f_k(s, x_k)$$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 1 maju.



Gambar 4. 4 Peta jalur pada perhitungan tahap 1 maju

Tahap 2

Pada tahap $k = 2$, jalur yang akan dilalui untuk dihitung adalah:

1. Masjid Jami' Ponolawen(B) menuju SPBU sragi (D) dan Wangandowo (E)
2. Tugu 0 KM (C) menuju Wangandowo (E) dan RSUD Kajen (F)

Pada tahap akhir $k = 2$ hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

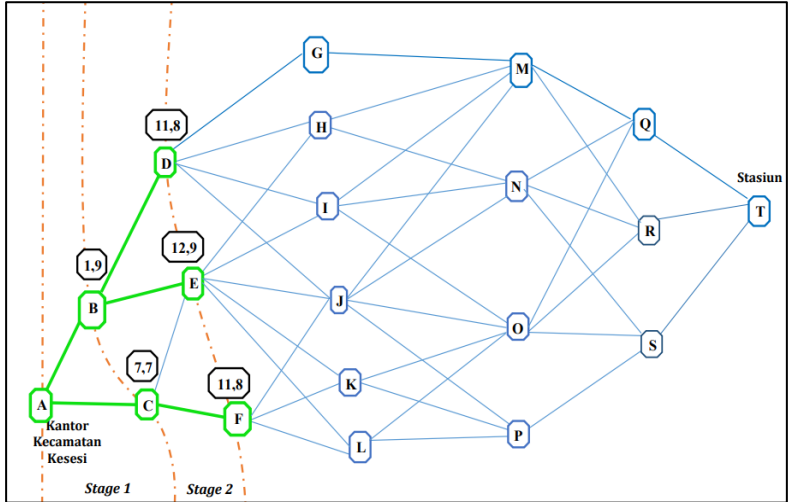
Tabel 4. 4 Perhitungan tahap 2 maju

x_2	$f_2(s, x_2) = f_1(x_2) + C_{x_2s}$		Solusi Optimal	
S	B	C	$f_2(s)$	x_2^*
D	1,9+9,9=11,8	-	11,8	B
E	1,9+11=12,9	7,7+5,3=13	12,9	B
F	-	7,7+4,1=11,8	11,8	C

Keputusan jarak minimal dari setiap daerah s yang menuju ke daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. Masjid Jami' Ponolawen (B) menuju SPBU Sragi (D)
1,9+9,9=11,8
2. Masjid Jami' Ponolawen (B) menuju Wangandowo (E)
1,9+11=12,9
3. Tugu 0 KM menuju RSUD Kajen (F)
7,7+4,1=11,8

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 2 maju



Gambar 4. 5 Peta jalur pada perhitungan tahap 2 maju

Tahap 3

Pada tahap $k = 3$, jalur yang akan dilalui untuk dihitung adalah:

1. SPBU sragi (D) menuju Pos polisi Spait (G), Jembatan Pengkol Bojong (H) dan Bojong Minggir (I)
2. Wangandowo (E) menuju Jembatan Pengkol Bojong (H) Bojong Minggir (I) dan Tugu Ketitang (J)
3. RSUD Kajen (F) menuju Tugu Ketitang (J), Tugu Duren Kajen (K) dan TK NU Karang Sari (L)

Pada tahap akhir $k = 3$ hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel :

Tabel 4. 5 Perhitungan tahap 5 maju

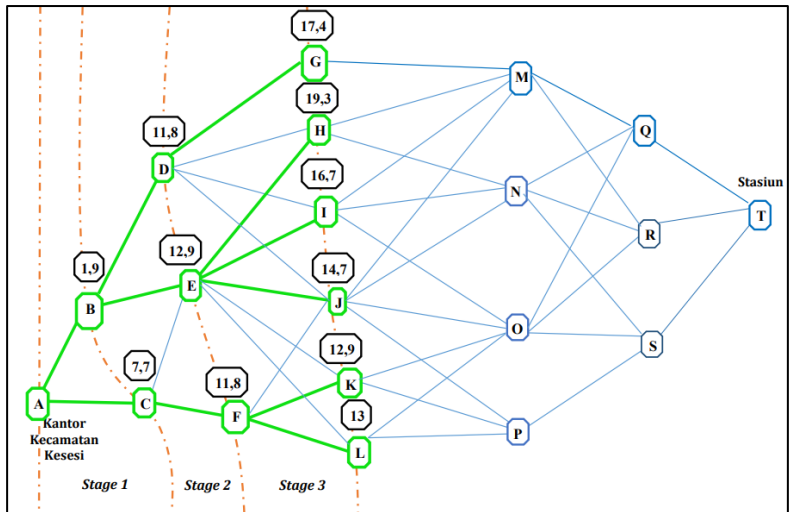
X_3	$f_3(s, x_3) = f_2(x_3) + C_{x_3s}$			Solusi Optimum	
S	D	E	F	$f_3(s)$	x_3^*
G	11,8+5,6 =17,4	-	-	17,4	D
H	11,8+8,9=20 ,7	12,9+6,4=1 9,3	-	19,3	E
I	11,8+6,2=18	12,9+3,8=1 6,7	-	16,7	E
J	11,8+8=19,8	12,9+1,8=1 4,7	11,8+1 0=21,8	14,7	E
K	-	12,9+9,4=2 2,3	11,8+1, 1=12,9	12,9	F
L	-	12,9+9,7=2 2,6	11,8+1, 2=13	13	F

Keputusan jarak minimal dari setiap daerah s yang menuju ke daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. SPBU sragi (D) menuju Pos polisi Spait (G)
11,8+5,6 =17,4
2. Wangandowo (E) menuju Jembatan Pengkol Bojong (H)
12,9+6,4=19,3
3. Wangandowo (E) menuju Bojong Minggir (I)
12,9+3,8=16,7

4. Wangandowo (E) menuju Tugu Ketintang (J)
 $12,9+1,8=14,7$
5. RSUD Kajen (F) menuju Tugu Duren Kajen (K)
 $11,8+1,1=12,9$
6. RSUD Kajen (F) menuju TK NU Karang Sari (L)
 $11,8+1,2=13$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 3 maju



Gambar 4. 6 Peta jalur pada perhitungan tahap 3 maju

Tahap 4

Pada tahap $k = 4$, jalur yang akan dilalui untuk dihitung adalah:

1. Pos polisi Spait (G) menuju Pos Polisi Gumawang (M)

2. Jembatan Pengkol Bojong (H) menuju Pos Polisi Gumawang (M) dan Pertigaan Jatilondo (N)
3. Bojong Minggir (I) menuju Pos Polisi Gumawang (M), Pertigaan Jatilondo (N) dan ITS NU (O)
4. Tugu Ketitang (J) menuju Pos Polisi Gumawang (M), Pertigaan Jatilondo (N), ITS NU (O) dan YMI (P)
5. Tugu Duren Kajen (K) menuju ITS NU (O) dan Pertigaan Sedayu (P)

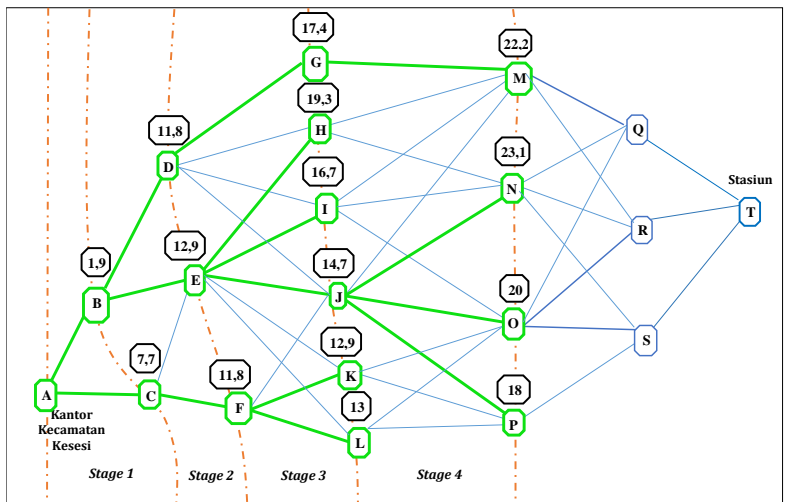
Tabel 4. 6 Perhitungan tahap 4 maju

x_4	$f_4(s, x_4) = f_3(x_4) + C_{x_4s}$						Solusi Optimal	
	G	H	I	J	K	L	$f_3(s)$	x_3^*
M	17,4+ 4,8=2 2,2	19,3+5, 2= 24,5	16,7+7, 8=24,5	14,7+9, 6=24,3			22,2	G
N	-	19,3+3, 9=23,2	16,7+6, 7=23,4	14,7+8, 4=23,1			23,1	J
O	-	-	16,7+3, 9=20,6	14,7+5, 3=20	12,9+8, 3=21,2	13+8= 21	20	J
P	-	-	-	14,7+3, 3=18	12,9+6, 3=19,2	13+6= 19	18	J

Keputusan jarak minimal dari setiap daerah s yang menuju ke daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. Pos polisi Spait (G) menuju Pos Polisi Gumawang (M)
 $17,4+4,8=22,2$
2. Tugu Ketitang (J) menuju Pertigaan Jatilondo (N)
 $14,7+8,4=23,1$
3. Tugu Ketitang (J) menuju ITS NU (O)
 $14,7+5,3=20$
4. Tugu Ketitang (J) menuju YMI (P)
 $14,7+3,3=18$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 4 maju



Gambar 4. 7 Peta jalur pada perhitungan tahap 4 maju

Tahap 5

Pada tahap 5 diperlukan beberapa perhitungan. Jalur yang akan dilalui pada $k = 5$ adalah :

1. Pos Polisi Gumawang (M) menuju SPBU Tirto (Q) dan Pasar Bligo (R)
 2. Pertigaan Jatilondo (N) menuju SPBU Tirto (Q), Pasar Bligo (R) dan Tugu Podo (S)
 3. ITS NU (O) menuju SPBU Tirto (Q), Pasar Bligo (R) dan Tugu Podo (S)
 4. Pertigaan Sedayu (P) menuju Tugu Podo (S)
- Pada tahap $k = 5$ hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. 7 Perhitungan tahap 5 maju

x_5	$f_5(s, x_5) = f_4(x_5) + C_{x_5s}$				Solusi Optimal	
	M	N	O	P	$f_5(s)$	x_5^*
Q	22,2+3,6 =25,8	23,1+5,7 =28,8	20+8,8= 28,8	-	25,8	M
R	22,2+9,3 =31,5	23,1+1,5 =24,6	20+3,7= 23,7	-	23,7	O
S	-	23,1+4,1 =27,2	20+1=21	3,1+18=2 1,1	21	O

Keputusan jarak minimal dari setiap daerah s yang menuju ke daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. Pos Polisi Gumawang (M) menuju SPBU Tirto (Q)
22,2+3,6=25,8

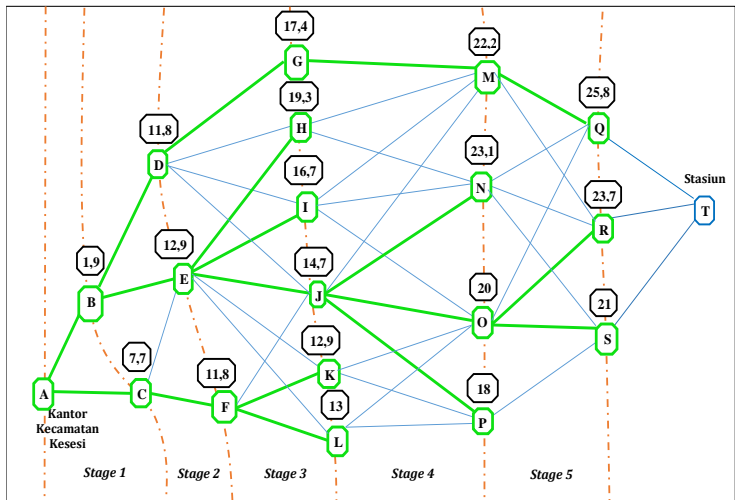
2. ITS NU (O) menuju Pasar Bligo (R)

$$20+3,7=23,7$$

3. ITS NU (O) menuju Tugu Podo (S)

$$20+1=21$$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 5 maju



Gambar 4. 8 Peta jalur pada perhitungan tahap 5 maju

Tahap 6

Pada tahap 6 diperlukan beberapa perhitungan. Jalur yang akan dilalui pada $k = 6$ adalah :

1. SPBU Tirto (Q) menuju Stasiun Pekalongan(T)
2. Pasar Bligo(R) menuju Stasiun Pekalongan(T)
3. Tugu Podo (S) menuju Stasiun Pekalongan(T)

Tabel 4. 8 Perhitungan tahap 6 maju

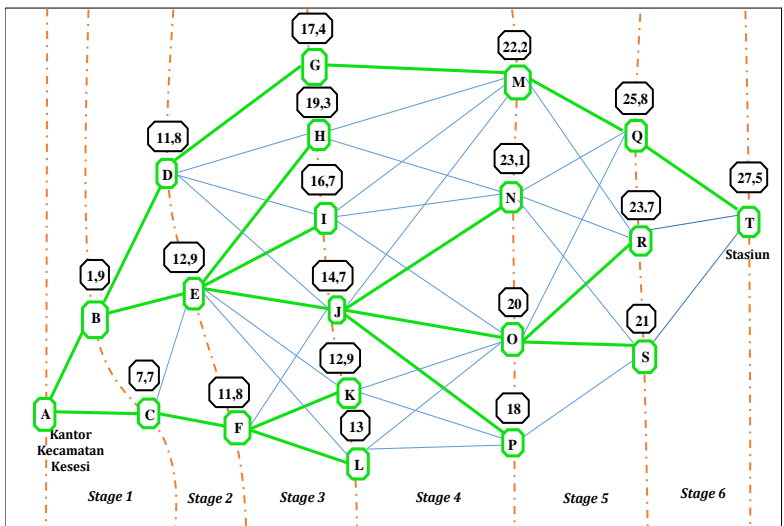
x_3	$f_6(s, x_6) = f_5(x_6) + C_{x_6s}$			Solusi Optimum	
	Q	R	S	$f_6(s)$	x_6^*
T	25,8+1,7=27,5	23,7+6,4=30	21+9=30	27,5	Q

Keputusan jarak minimal dari setiap daerah s yang menuju ke daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. SPBU Tirto (Q) menuju Stasiun Pekalongan(T)

$$25,8+1,7=27,5$$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 6 maju



Gambar 4. 9 Peta jalur pada perhitungan tahap 6 maju

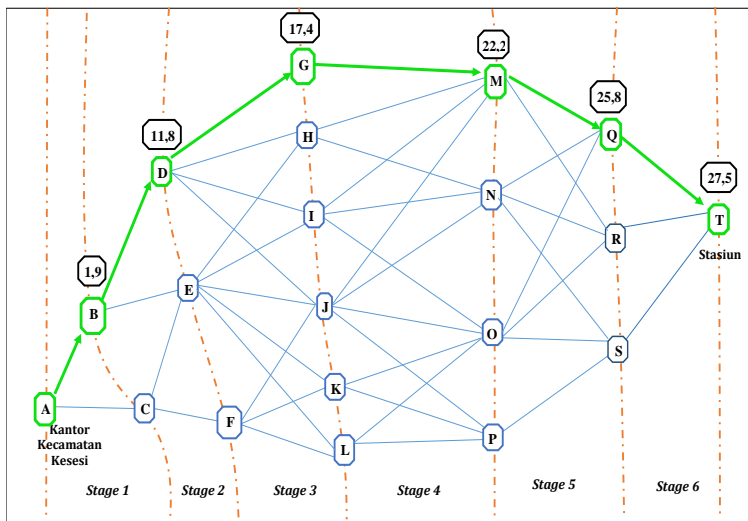
Rekontruksi Solusi Optimum

Solusi optimum dari perhitungan yang dilakukan dapat dibaca pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 9 Solusi akhir metode bergerak mundur

T	x_6	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1	TOTAL JARAK
	Q ←	M ←	G ←	D ←	B ←	A	27,5

Jadi, jalur terpendek dari Kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan dengan metode bergeka maju adalah kemungkinan jalur nomor 1 yaitu jalur $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow G \rightarrow M \rightarrow Q \rightarrow T$ lebih detailnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 10 Peta jalur optimal perhitungan metode maju

- b. *Backward recursive equation / bottom up* (perhitungan dari belakang ke depan):

Perhitungan menggunakan *Dynamic Programming* dengan proses bergerak mundur, dimana hasil optimal yang akan didapatkan ditentukan dari tahap k dan berakhir pada tahap 1.

Relasi rekurens berikut menyatakan jalur terpendek dari status s ke x_6 pada tahap k :

$$f_6(s) = c_{sx_6}$$

$$f_k(s) = \min_{x_k} \{c_{sx_k} + f_{k+1}(x_k)\}, \text{ dengan}$$

$$k = 1, 2, 3, 4, 5$$

Perhitungan pada setiap tahap:

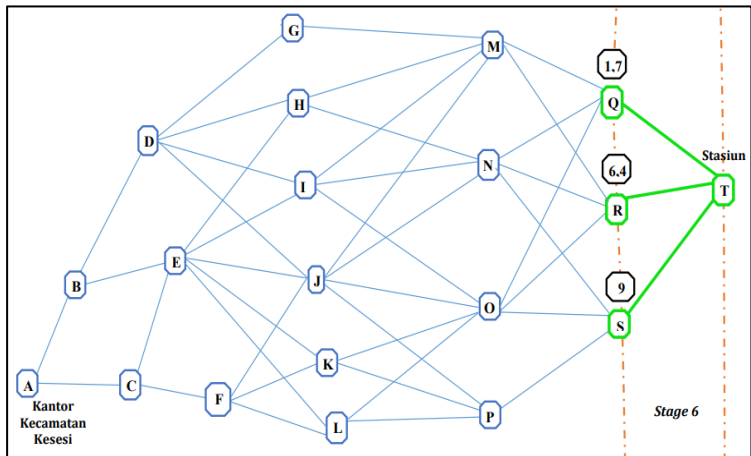
Tahap 6

Pada tahap k=6, maka perjalanannya hanya ditentukan sepenuhnya oleh kondisi s sekarang, yaitu daerah SPBU Tirta (Q), Pasar Bligo(R), Tugu Podo (S), dengan tujuan akhir stasiun Pekalongan (T). Sehingga $f_6(s) = c_{sx_6}$

Tabel 4. 10 Perhitungan tahap 6 mundur

S	Solusi optimum	
	$f_6(s)$	X_6^*
Q	1,7	T
R	6,4	T
S	9	T

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 6 mundur



Gambar 4. 11 Peta jalur pada perhitungan tahap 6 mundur

Tahap 5

Pada tahap 5 diperlukan beberapa perhitungan. Jalur yang akan dilalui pada $k = 5$ adalah :

4. Pos Polisi Gumawang (M) menuju SPBU Tirto (Q) dan Pasar Bligo (R)
5. Pertigaan Jatilondo (N) menuju SPBU Tirto (Q), Pasar Bligo (R) dan Tugu Podo (S)
6. ITS NU (O) menuju SPBU Tirto (Q), Pasar Bligo (R) dan Tugu Podo (S)
7. Pertigaan Sedayu (P) menuju Tugu Podo (S)

Pada tahap $k = 5$ hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. 11 Perhitungan tahap 5 mundur

x_5	$f_5(s, x_5) = C_{s,x_5} + f_6(x_5)$			Solusi Optimum	
	Q	R	S	$f_5(s)$	x_5^*
M	3,6+1,7 =5,3	9,3+6,4=15,7	-	5,3	Q
N	5,7+1,7 =7,4	1,5+6,4=7,9	4,1+9 =13,1	7,4	Q
O	8,8+1,7 =10,5	3,7+6,4=10,1	1+9 =10	10	S
P	-	-	3,1+9 =12,1	12,1	S

Proses perhitungan dari tabel diatas adalah perjalanan menuju stasiun Pekalongan dimulai dari daerah yang disajikan dalam baris s melalui daerah yang disajikan dalam kolom. Jarak minimal dari perhitungan diatas dapat disimpulkan dari setiap perhitungan total dalam perjalanan. Keputusan jarak minimal dari setiap daerah s yang menuju ke daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. Pos Polisi Gumawang (M) menuju SPBU Tirto (Q)

$$3,6+1,7 = 5,3$$

2. Pertigaan Jatilondo (N) menuju SPBU Tirto (Q)

$$5,7+1,7 = 7,4$$

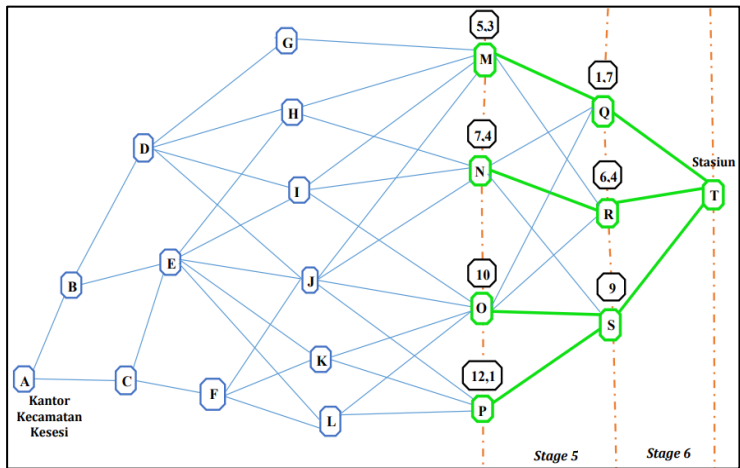
3. ITS NU (O) menuju Tugu Podo (S)

$$1+9 = 10$$

4. Pertigaan Sedayu (P) menuju Tugu Podo (S)

$$3,1+9 = 12,1$$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 5 mundur



Gambar 4. 12 Peta jalur pada perhitungan tahap 5 mundur

Tahap 4

Pada tahap $k = 4$, jalur yang akan dilalui untuk dihitung adalah:

1. Pos polisi Spait (G) menuju Pos Polisi Gumawang (M)

2. Jembatan Pengkol Bojong (H) menuju Pos Polisi Gumawang (M) dan Pertigaan Jatilondo (N)
3. Bojong Minggir (I) menuju Pos Polisi Gumawang (M), Pertigaan Jatilondo (N) dan ITS NU (O)
4. Tugu Ketitang (J) menuju Pos Polisi Gumawang (M), Pertigaan Jatilondo (N), ITS NU (O) dan YMI (P)
5. Tugu Duren Kajen (K) menuju ITS NU (O) dan Pertigaan Sedayu (P)
6. TK NU Karangsari (L) menuju ITS NU (O) dan Pertigaan Sedayu (P)

Pada tahap $k=4$ hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 12 Perhitungan tahap 4 mundur

x_4 s	$f_4(s, x_4) = C_{s,x_4} + f_5(x_4)$				Solusi Optimal	
	M	N	O	P	$f_4(s)$	x_4^*
G	4,8+5,3= 10,1	-	-	-	10,1	M
H	5,2+5,3= 10,5	3,9+7,4= 11,3	-	-	10,5	M
I	7,8+5,3= 13,1	6,7+7,4= 14,1	3,9+10= 13,9	-	13,1	M

x_4	$f_4(s, x_4) = C_{s,x_4} + f_5(x_4)$				Solusi Optimal	
	M	N	O	P	$f_4(s)$	x_4^*
J	9,6+5,3= 14,9	8,4+7,4= 15,8	5,3+10= 15,3	3,3+12,1= 15,4	14,9	M
K	-	-	8,3+10= 18,3	6,3+12,1= 18,4	18,3	O
L	-	-	8+10= 18	6+12,1 =18,2	18	O

Proses perhitungan dari tabel diatas adalah rincian biaya total dari jalur yang dilalui pada tahap 4 menuju tahap sebelumnya. Keputusan jarak minimal dari setiap daerah s pada tahap 4 menuju daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. Pos polisi Spait (G) menuju Pos Polisi Gumawang (M)
 $4,8+5,3=10,1$
2. Jembatan Pengkol Bojong (H) menuju Pos Polisi Gumawang (M)
 $5,2+5,3=10,5$
3. Bojong Minggir (I) menuju Pos Polisi Gumawang (M)
 $7,8+5,3=13,1$
4. Tugu Ketitang (J) menuju Pos Polisi Gumawang (M)
 $9,6+5,3=14,9$

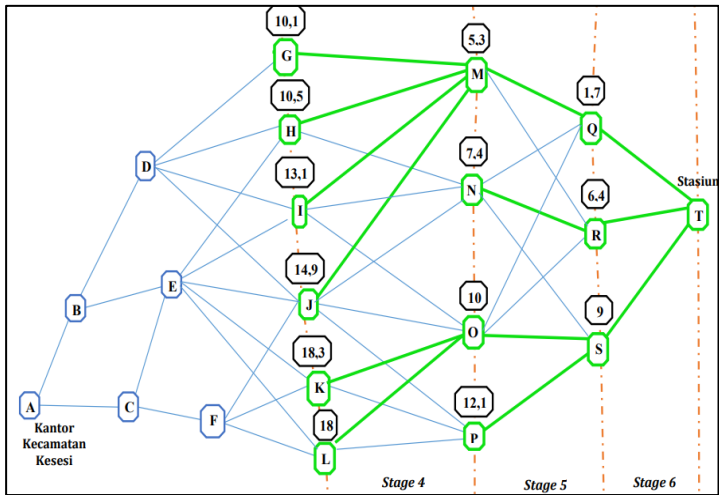
5. Tugu Duren Kajen (K) menuju ITS NU (O)

$$8,3+10=18,3$$

6. TK NU Karang Sari (L) menuju Kampus ITS NU (O)

$$8+10=18$$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 4 mundur



Gambar 4. 13 Peta jalur pada perhitungan tahap 4 mundur

Tahap 3

Pada tahap $k = 3$, jalur yang akan dilalui untuk dihitung adalah:

1. SPBU sragi (D) menuju Pos polisi Spait (G), Jembatan Pengkol Bojong (H) dan Bojong Minggir (I)

2. Wangandowo (E) menuju Jembatan Pengkol Bojong (H) Bojong Minggir (I) dan Tugu Ketitang (J)
3. RSUD Kajen (F) menuju Tugu Duren Kajen (K) dan TK NU Karangsari (L)

Pada tahap akhir $k = 3$ hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel :

Tabel 4. 13 Perhitungan tahap 3

x_4	$f_3(s, x_3) = C_{s,x_3} + f_4(x_3)$						Solusi Optimal	
	G	H	I	J	K	L	$f_3(s)$	x_3^*
D	5,6+1 0,1=1 5,7	8,9+10 5=19,4	6,2+13 1=19,3	-	-	-	15,7	G
E	-	6,4+10 5=16,9	3,8+13 1=16,9	1,8+14 9=16,7	9,4+18 3=27,7	9,7+18 =27,7	16,7	J
F	-	-	-	10+14,9 =24,9	1,1+18 3=19,4	1,2+18 =19,2	19,2	L

Proses perhitungan dari tabel diatas adalah rincian biaya total dari jalur yang dilalui pada tahap 3 menuju tahap sebelumnya. Keterangan keputusan jarak minimum dari setiap daerah s pada tahap 3 menuju daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. SPBU sragi (D) menuju Pos polisi Spait (G)

$$5,6+10,1=15,7$$

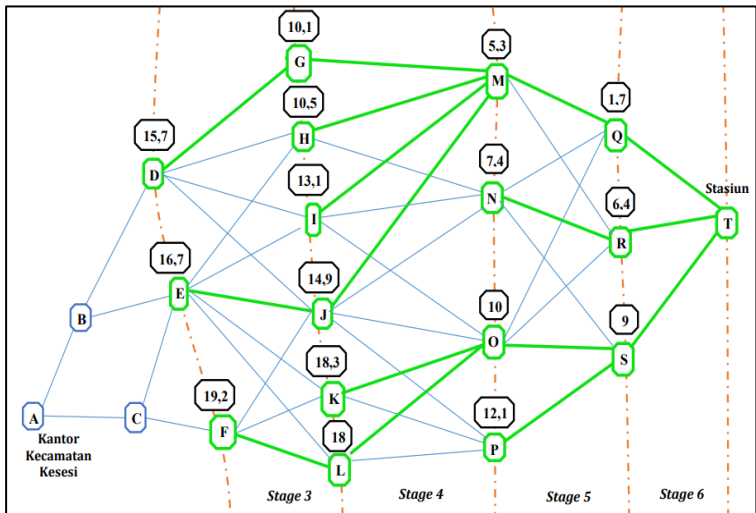
2. Wangandowo (E) menuju Tugu Ketintang (J)

$$1,8+14,9=16,7$$

3. RSUD Kajen (F) menuju TK NU Karang Sari (L)

$$1,2+18=19,2$$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 3 mundur



Gambar 4. 14 Peta jalur pada perhitungan tahap 3 mundur

Tahap 2

Pada tahap $k = 2$, jalur yang akan dilalui untuk dihitung adalah:

4. Masjid Jami' Ponolawen menuju SPBU sragi (D)

5. Tugu 0 KM menuju Wangandowo (E) dan RSUD Kajen (F)

Pada tahap akhir $k = 2$ hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

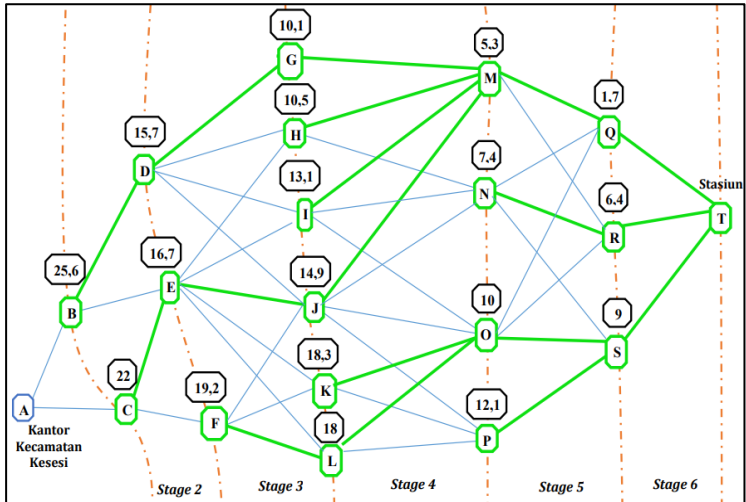
Tabel 4. 14 Perhitungan tahap 2

$s \backslash x_4$	$f_2(s, x_2) = C_{s,x_2} + f_3(x_2)$			Solusi Optimal	
	D	E	F	$f_2(s)$	x_2^*
B	9,9+15, 7=25,6	11+16.7=27 ,7	-	25,6	D
C	-	5,3+16,7=2 2	4,1+19,2=23, 3	22	E

Proses perhitungan dari tabel diatas adalah rincian biaya total dari jalur yang dilalui pada tahap 2 menuju tahap sebelumnya. Keterangan keputusan jarak minimum dari setiap daerah s pada tahap 2 menuju daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. Masjid Jami' Ponolawen (B) menuju SPBU sragi (D)
 $9,9+15,7=25,6$
2. Tugu 0 KM (C) menuju Wangandowo (E)
 $5,3+16,7=22$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 2 mundur



Gambar 4. 15 Peta jalur pada perhitungan tahap 2 mundur

Tahap 1

Pada tahap akhir $k = 1$, jalur yang akan dilalui untuk dihitung adalah:

1. Kantor Kecamatan Kesesi (A) menuju Masjid Jami' Ponolawen (B) dan Tugu 0 KM (C)

Hasil perhitungan Pada tahap akhir $k = 1$ dapat dilihat pada tabel :

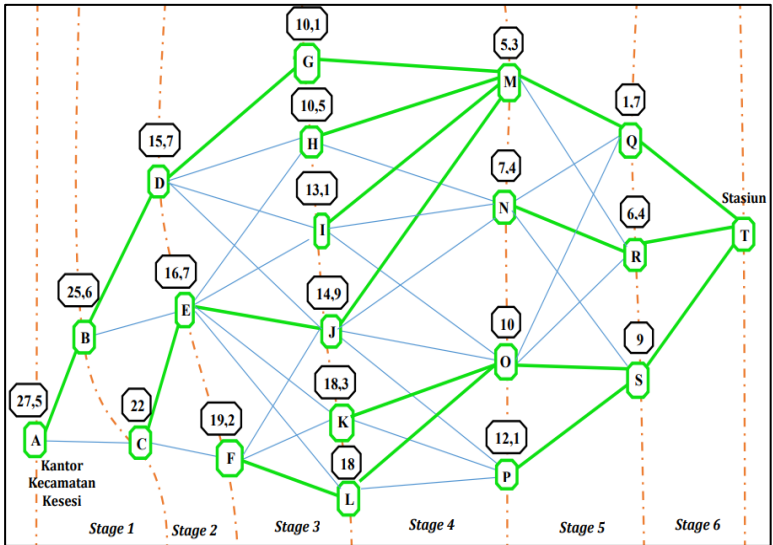
Tabel 4. 15 Perhitungan tahap 1

x_4	$f_1(s, x) = C_{s,x_1} + f_2(x_1)$		Solusi Optimal	
	B	C	$f_1(s)$	x_1^*
A	$1,9+25,6=27,5$	$7,7+22=29,7$	27,5	B

Proses perhitungan dari tabel diatas adalah rincian biaya total dari jalur yang dilalui pada tahap 1 menuju tahap sebelumnya. Keterangan keputusan jarak minimum dari setiap daerah *s* pada tahap 1 menuju daerah tahap sebelumnya yaitu:

1. Kantor Kecamatan Kesesi (A) menuju Masjid Jami' Ponolawen (B)
 $1,9+25,6=27,5$

Berikut ditunjukkan gambar jalur perhitungan tahap 2 mundur



Gambar 4. 16 Peta jalur pada perhitungan tahap 1 mundur

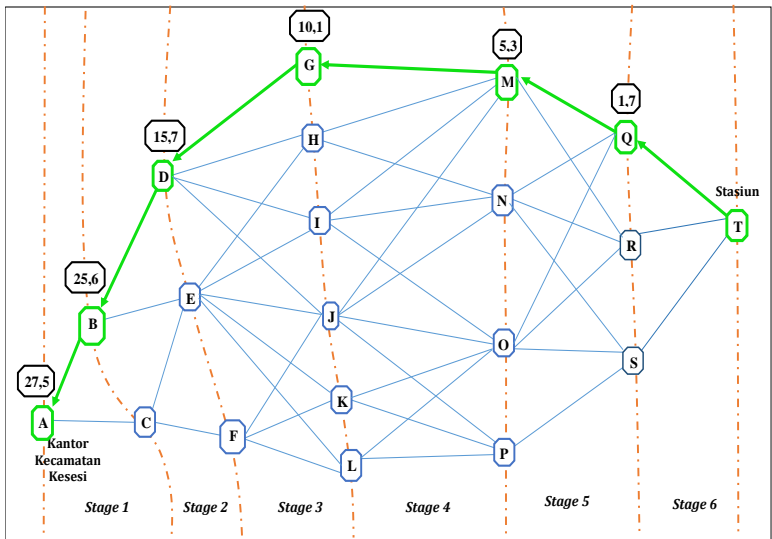
Rekontruksi Solusi Optimum

Solusi optimum dari perhitungan yang dilakukan dapat dibaca pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 16 Solusi akhir metode bergerak mundur

A	x_6	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1	TOTAL JARAK
	B ←	D ←	G ←	M ←	Q ←	T	27,5

Jadi, jalur terpendek dari Kecamatan Kesesi menuju stasiun Pekalongan dengan metode bergeka maju adalah kemungkinan jalur nomor 1 yaitu jalur $T \rightarrow Q \rightarrow M \rightarrow G \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow A$ lebih detailnya dapat dilihat pada gambar berikut:

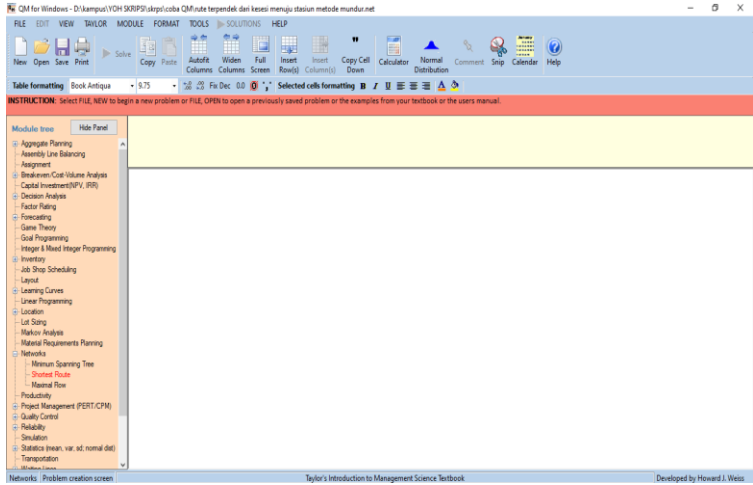


Gambar 4. 17 Peta jalur optimal perhitungan metode mundur

Berdasarkan analisis dari perhitungan biaya dari setiap metode, dapat disimpulkan biaya minimum yang menunjukkan pada setiap tahapnya. Hasil akhir dari perhitungan manual *Dynamic Programming* dengan metode bergerak maju dan mundur memiliki kesamaan kemungkinan jalur. Perolehan jalur terpendek dari kantor Kecamatan Kesesi menuju Stasiun Pekalongan adalah kantor kecamatan kesesi (A) → Masjid Jami' Ponolawen (B) → SPBU Sragi (D) → Pos Polisi Spait (G) → Pos Polisi Gumawang (M) → SPBU Tirto (Q) → Stasiun Pekalongan (T) dengan total jarak 27,5.

2. Penerapan pada aplikasi *QM for Windows*

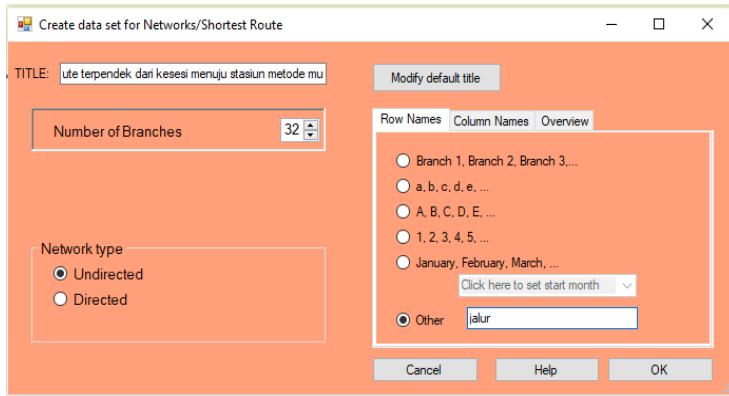
Pada bagian ini akan dibahas aplikasi *POM-QM for Windows* untuk perhitungan jalur terpendek Kantor Kecamatan Kesesi Menuju Stasiun Pekalongan. *POM-QM for Windows* bertujuan menentukan jalur yang harus dilewati sehingga berpengaruh pada total jarak minimum.



Gambar 4. 18 tampilan awal aplikasi

Langkah-langkah perhitungan :

- a. Pilih module pada menu utama dibagian atas
- b. Pilih *networks* kemudian akan otomatis muncul pilihan pada menu file pilih new untuk shortest route.
- c. Muncul tabel “*create data set for network/ shortest route*” seperti pada gambar berikut:



Gambar 4. 19 input data awal

- d. Isikan judul pada "TITTLE"
- e. Isikan jumlah garis/arc pada "Number of Branches"
- f. Pada "Network type" klik *Undirected* dikarenakan graf/Network yang digunakan pada penelitian ini adalah graf tak berarah/ *Undirected*
- g. Pada "Row Names" pilih other untuk menulis judul baris sesuai keinginan pada penelitian ini peneliti menggunakan "jalur"
- h. Klik OK kemudian muncul tabel dengan ketentuan sesuai yang diisikan tabel "create data set for network/shortest route"
- i. Isikan data sesuai penelitian. Untuk input daerah dalam aplikasi *POM-QM for Windows* node tidak dapat berupa huruf maka peneliti mengganti node yang bermula

dilambangkan dengan huruf pada tahap ini digantikan dengan angka.

Contoh A=1 dan seterusnya.

	Start node	End node	Distance
Jalur 1	1	2	1.9
Jalur 2	1	3	7.7
Jalur 3	2	4	9.9
Jalur 4	2	5	11
Jalur 5	3	5	5.3
Jalur 6	3	6	4.1
Jalur 7	4	7	5.6
Jalur 8	4	8	8.9
Jalur 9	4	9	6.2
Jalur 10	4	10	8
Jalur 11	5	8	6.4
Jalur 12	5	9	3.8
Jalur 13	5	10	1.8
Jalur 14	5	11	9.4
Jalur 15	5	12	9.7
Jalur 16	6	10	10
Jalur 17	6	11	1.1
Jalur 18	6	12	1.2
Jalur 19	7	13	4.8
Jalur 20	8	13	5.2

Jalur 20	8	13	5.2
Jalur 21	8	14	3.9
Jalur 22	9	13	7.8
Jalur 23	9	14	6.7
Jalur 24	9	15	3.9
Jalur 25	10	13	9.6
Jalur 26	10	14	8.4
Jalur 27	10	15	5.3
Jalur 28	10	16	3.3
Jalur 29	11	15	8.3
Jalur 30	11	16	6.3
Jalur 31	12	15	8
Jalur 32	12	16	6
Jalur 33	13	17	3.6
Jalur 34	13	18	9.3
Jalur 35	14	17	5.7
Jalur 36	14	18	1.5
Jalur 37	14	19	4.1
Jalur 38	15	17	8.8
Jalur 39	15	18	3.7
Jalur 40	15	19	1
Jalur 41	16	19	3.1
Jalur 42	17	20	1.7
Jalur 43	18	20	6.4
Jalur 44	19	20	9

Gambar 4. 20 input jalur dan biaya

- j. Pada tahap solusi ini klik origin 1 karena diawali dengan 1 dan destination sebagai akhir tujuan ditulis dengan 20.

Total distance = 27.5	Start node	End node	Distance	Cumulative Distance
Jalur 1	1	2	1.9	1.9
Jalur 3	2	4	9.9	11.8
Jalur 7	4	7	5.6	17.4
Jalur 19	7	13	4.8	22.2
Jalur 33	13	17	3.6	25.8
Jalur 42	17	20	1.7	27.5

Gambar 4. 21 output solution maju

Percobaan solve kedua klik origin 20 sebagai awal dan destination 1 sebagai akhir tujuan.

Total distance = 27.5	Start node	End node	Distance	Cumulative Distance
Jalur 42	17	20	1.7	1.7
Jalur 33	13	17	3.6	5.3
Jalur 19	7	13	4.8	10.1
Jalur 7	4	7	5.6	15.7
Jalur 3	2	4	9.9	25.6
Jalur 1	1	2	1.9	27.5

Gambar 4. 22 output solution mundur

Dari perhitungan yang telah dilakukan berdasarkan data yang ada dan dengan metode bergerak maju dan mundur, aplikasi *POM QM for Windows* menunjukkan jalur optimal yang sama yaitu jalur 1↔2↔4↔7↔13↔17 dan total jarak yang sama yaitu 27,5 km.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan dari Analisa dan pembahasan pada bab sebelumnya, peneliti dapat mengambil kesimpulan yaitu:

1. Hasil yang diperoleh dari perhitungan manual menggunakan *Dynamic Programming* adalah kemungkinan jalur nomor 1 yaitu jalur dari kantor kecamatan kesesi (A) → Masjid Jami' Ponolawen (B) → SPBU Sragi (D) → Pos Polisi Spait (G) → Pos Polisi Gumawang (M) → SPBU Tirto (Q) → Stasiun Pekalongan (T) dengan total jarak 27,5 Km.
2. Hasil yang diperoleh dari perhitungan jalur terpendek menggunakan software POM QM for Windows adalah kemungkinan jalur nomor 1 yaitu jalur dari kantor kecamatan kesesi (A) → Masjid Jami' Ponolawen (B) → SPBU Sragi (D) → Pos Polisi Spait (G) → Pos Polisi Gumawang (M) → SPBU Tirto (Q) → Stasiun Pekalongan (T) dengan total jarak 27,5 Km. Perhitungan menggunakan metode manual *Dynamic Programming* dan software POM QM for Windows menunjukkan jalur dan total jarak yang sama.

B. SARAN

1. Bagi peneliti selanjutnya yang akan menjadikan penelitian ini acuan maka dapat mengembangkannya dengan menambahkan detail waktu agar lebih menjelaskan keadaan kondisi jalan. Penentuan jalur terpendek dari kantor kecamatan Kesesi menuju Stasiun Pekalongan dapat diselesaikan dengan metode *Dynamic Programming*, akan tetapi untuk penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan agar tidak terpaku hanya pada satu metode saja, karena ada beberapa metode lain yang dapat menyelesaikan permasalahan jalur terpendek.
2. Bagi Organisasi atau Perusahaan, *POM-QM for Windows* efektif untuk menyelesaikan permasalahan jalur terpendek dalam hal penghematan waktu, penyesuaian jalan untuk mendistribusi suatu barang dan permasalahan lainnya terkait kasus jalur terpendek.

DAFTAR PUSTAKA

- Agravante, Mariecor. 2018. *What is the Meaning of Variables in Research*. Retrieved from <https://sciencing.com/meaning-variables-research-6164255.html> diakses pada August, 3 2022.
- Agustini, Dwi Hayu. 2004. *Riset Operasional Konsep-Konsep Dasar*. Pt Rineka Cipta: Jakarta.
- Bellman, Richard. 1954. *The Theory Of Dynamic Programming*. The Rand Corporation: California.
- Dimiyati, Ahmad. 1994. *Operation Research*. Pt Sinar Baru Algensindo: Bandung.
- Harsanto Budi. 2011. *Naskah Tutorial Qm For Windows*. Bhs Universitas Padjajaran:Bandung.
- Hermianus Yunus, Dkk. 2015. *Metode Program Dinamis Pada Penyelesaian Traveling Salesman Problem*. Buletin Ilmiah Mat Stat Dan Terapannya. Universitas Tanjungpura. 4(3).
- Hillier; Lieberman. 2005. *Introduction To Operations Research, Edisi 8*. Andi: Yogyakarta.
- Insidisi Fawwaz, Dkk. 2019. *Penerapan Algoritma Dynamic Programming Pada Pergerakan Lawan Dalam Permainan Police & Thief*. Jite. 2(2).
- Jodi Setiawan, Dkk. *Penentuan Rute Terpendek Menuju Pusat Perbelanjaan Di Jakarta Menggunakan Algoritma Dijkstra*. Jurnal Ilmiah Matrik. 21(3).

- Jumaidi. 2014. *Penentuan Rute Terpendek Menuju Kampus Menggunakan Algoritma Dynamic Programming*. Jurnal Istek. 8(1).
- Kana Saputra, Dkk. 2020. *Analisis Transportasi Pengangkutan Sampah Di Kota Medan Menggunakan Dynamic Programming*. Jurnal Informatika. 7(2).
- Mulyono, Sri . 2004. *Operation Research*. Lembaga Penerbit Fak. Ekonomi Ui: Depok.
- Munir, Rinaldi. 2007. *Matematika Diskrit*. Sekolah Informatika Dan Elektro, Institute Teknologi Bandung: Bandung.
- Munir, Rinaldi. 2015. *Program Dinamis*. Sekolah Informatika Dan Elektro, Institute Teknologi Bandung: Bandung.
- Pratiwi dkk. 2013. *Perencanaan Produksi Menggunakan Model Arima Dan Pengendalian Persediaan Menggunakan Program Dinamik Untuk Meminimumkan Total Biaya (Studi Kasus: Produksi Amplang Ud. Usaha Devi)*. Jurnal Eksponensial, Nomor. 1 Issn 2085-7829.
- Prawirosentono, Suyadi, 2005. *Riset Operasi Dan Ekonofisika*. Pt Bumi Aksara: Jakarta.
- Putterman, Martin L. 2003. *Dynamic Programming*. The University of British Columbia: Kanada
- Rangkuti, Aidawayati. 2011. *Penerapan Model Dinamik Probabilistik Pada Produksi Kendaraan Bermotor Dalam Negeri Tahun 2009-2013*. Jurnal Matematika Statistika Komputasi.

- Riswan. 2018. *Penentuan Jarak Minimum Dalam Suatu Jaringan Listrik Dengan Algoritma Prim Dan Qm For Windows*. Alkharizmi: STAIN Palopo.
- Robinson Sihombing Pardomuan; Ade Marsinta. 2022. *Aplikasi Riset Operasional Dengan Pom-Qm*. Global Aksara Pers: Surabaya.
- Sanchez Martinez Gabriel. 2017. *Inference Of Public Transportation Trip Destinations By Using Fare Transaction And Vehicle Location Data*. Journal Of The Transportation Research Board: Cambridge.
- Siswanto. 2007. *Operations Research, Edisi 1*. Erlangga: Jakarta.
- Sitinjak, Tumpul Jr. 2006. *Riset Operasi Untuk Pengambilan Keputusan Manajerial Dengan Aplikasi Exel*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sugiyono. 2003. *Metode Penelitian Bisnis Edisi I*. Alfabeta: Bandung.
- Suyitno, H. 1997. *Pengantar Program Linier*. Semarang : Jurusan Matematika Fmipa Ikip Semarang
- Syarifuddin, Dedy Takdir. 2011. *Riset Operasi (Aplikasi Quantitative Analysis For Management)*. Penerbit Percetakan Cv Citra Malang: Malang.
- Weiss, Howard J. 2005. *Pom-Qm For Windows Version 3*. Pearson Education: London.
- Widodo, Suryo. 2007. *Pengantar Dasar Matematika*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusantara PGRI: Kediri

Winston, Wayne L. 1994. *Operations Research Applications and Algorithms*. Duxbury Press: London

Wolfram, Stephen. 2017. *An Elementary Introduction to the Wolfram Language*. Wolfram Media: Inggris.

LAMPIRAN-LAMPIRAN



Lampiran 1 Jawaban Kuisisioner Keterlambatan Kereta

Lampiran 2 Kemungkinan Jalur Yang Dapat Dilewati Dari Kecamatan Kesesi Menuju Stasiun
Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
1	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(G/7) Pos Polisi Spait	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
2	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(G/7) Pos Polisi Spait	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
3	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
4	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
5	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
6	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
7	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
8	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(I/9) Bojong Minggir	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
9	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(I/9) Bojong Minggir	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
10	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
11	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
12	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
13	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
14	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
15	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
16	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
17	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
18	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
19	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
20	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
21	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
22	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
23	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
24	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(D/4) SPBU Sragi	(J/10) Tugu Ketitang	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
25	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
26	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
27	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
28	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
29	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
30	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(I/9) Bojong Minggir	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
31	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(I/9) Bojong Minggir	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
32	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
33	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
34	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
35	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
36	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
37	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
38	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
39	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
40	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
41	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
42	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
43	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
44	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
45	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
46	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(J/10) Tugu Ketitang	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
47	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
48	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangand owo	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
49	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangandowo	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
50	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangandowo	(K/11) Tugu Duren Kajen	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
51	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangandowo	(L/12) TK NU Karang Sari	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
52	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangandowo	(L/12) TK NU Karang Sari	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
53	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangandowo	(L/12) TK NU Karang Sari	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
54	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(B/2) Masjid Ponolawen	(E/5) Wangandowo	(L/12) TK NU Karang Sari	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
55	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
56	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
57	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
58	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
59	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(H/8) Jembatan Pengkol Bojong	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
60	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(I/9) Bojong Minggir	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
61	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(I/9) Bojong Minggir	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
62	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
63	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
64	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(I/9) Bojong Minggir	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
65	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
66	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
67	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(I/9) Bojong Minggir	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
68	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
69	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
70	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
71	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
72	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
73	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
74	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
75	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
76	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(J/10) Tugu Ketitang	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
77	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
78	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
79	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
80	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(K/11) Tugu Duren Kajen	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
81	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(L/12) TK NU Karang Sari	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
82	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(L/12) TK NU Karang Sari	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
83	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(L/12) TK NU Karang Sari	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
84	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(E/5) Wangandowo	(L/12) TK NU Karang Sari	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
85	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
86	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(M/13) Pos Polisi Gumawang	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
87	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
88	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
89	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(N/14) Pertigaan Jatilondo	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
90	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan

Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
91	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
92	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
93	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(J/10) Tugu Ketitang	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
94	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
95	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
96	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(K/11) Tugu Duren Kajen	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
97	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(K/11) Tugu Duren Kajen	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan

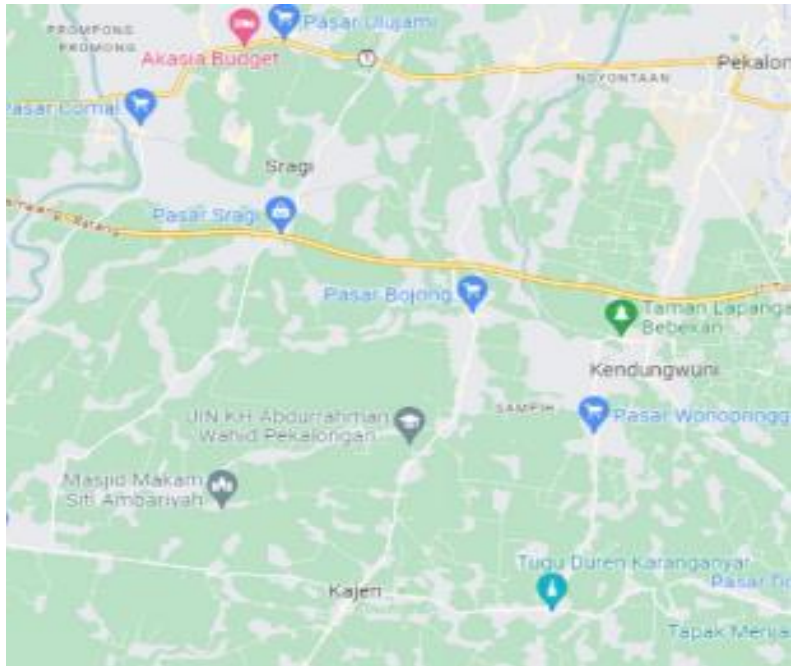
Jalur	node 1	node 2	node 3	node 4	node 5	node 6	node 7
98	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(L/12) TK NU Karangsari	(O/15) ITS NU	(Q/17) SPBU Tirto	(T/20) Stasiun Pekalongan
99	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(L/12) TK NU Karangsari	(O/15) ITS NU	(R/18) Pasar Bligo	(T/20) Stasiun Pekalongan
10 0	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(L/12) TK NU Karangsari	(O/15) ITS NU	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan
10 1	(A/1) kantor Kecamatan Kesesi	(C/3) Tugu 0 KM Kajen	(F/6) RSUD Kajen	(L/12) TK NU Karangsari	(P/16) Pertigaan Sedayu	(S/19) Tugu Podo	(T/20) Stasiun Pekalongan



Lampiran 3 Papan Nama Stasiun Pekalongan



Lampiran 4 Stasiun Pekalongan tampak depan



Lampiran 5 Jalur Google Maps Daerah Kecamatan Kesesi Menuju Stasiun Pekalongan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Tamhidatul Jannah Al Mut'u
2. Tempat, Tanggal Lahir: Pekalongan, 13 Oktober 1999
3. Alamat Rumah : Griya Kesesi Indah, Rt.007/
Rw.009, Desa Kesesi,
Kecamatan Kesesi, Kabupaten
Pekalongan.
4. No. Telp/Hp : 081542931348
5. Email : Tamhidatuljannah@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Miftahul Huda Kesesi (2004 – 2005)
 - b. SDN 02 Kesesi (2005 – 2011)
 - c. SMP Daarul Ulil Albaab Tegal (2011 – 2014)
 - d. MA Al Mahrusiyah Kediri (2014 – 2017)
2. Pendidikan Non Formal
 - a. PonPes Daarul Ulil Albaab Tegal (2011 – 2014)
 - b. Ponpes Al Mahrusiyah Kediri (2014 – 2017)
 - c. Madrasah Diniyah Al Mahrusiyah (2014 – 2017)

d. Ponpes Darul Falah Besongo Semarang

(2017 – 2020)

Semarang, 2 april 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tamhidatul Jannah Al Mut'u'. The signature is stylized and includes a circled number '2' on the left side.

Tamhidatul Jannah Al Mut'u

NIM : 1708046025