LAPORAN TEKNIK RISETM OPRATIONAL MAKSIMAL PENDAPATAN METODE LINEAR PROGRAMMING SOFWARE LOKET PARKIRAN UNIVERSITAS PAMULANG

Kelompok

Erlangga Pramuja 181011400336

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PAMULANG 2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat yang senantiasa dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Praktikum Operation Research. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu Mata Kuliah pada Kurikulum Teknik Industri Universitas Pamulang.

Laporan ini berisikan tentang hasil dari beberapa Uji Praktikum Operation Research yang telah penulis lakukan sebelumnya di Lab Computer Center, Universitas Pamulang pada sabtu 9 Desember 2021 pukul 18:00 sampai selesai. Dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak - pihak yang secara tidak langsung membantu dalam proses tersusunnya laporan tugas akhir praktikum ini. Ucapan terima kasih penulis tujukan pada:

1. Rina
2. Teman – teman seperjuangan serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu baik secara langsung atau tak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menanti saran dan kritik dari pembaca untuk perbaikan laporan ini dan semoga laporan ini bermanfaat bagi para pembaca untuk menambah ilmu pengetahuan kita.

Bogor, 15 Desember 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Sampul i
Halaman Pengesahan ii
Kata Pengantar iii
Daftar Isi iv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Praktikum 2
BAB 2 LANDASAN TEORI 3
1.1 Linear Programming 3
1.2 Metode Transportasi 6
1.3 Antrian 7
BAB 3 PEMBAHASAN 12
3.1 Linear Programming 12
3.1.1 Pengumpulan data 12
3.1.2 Pengolahan data 13
3.1.3 Output POM-QM 15
3.2 Metode Transportasi 20
3.2.1 Pengumpulan data 20
3.2.2 Pengolahan data 20
3.2.3 Output POM-QM 22
3.3 Antrian 27
3.3.1 Pengumpulan data 27
3.3.2 Pengolahan data 29
3.3.3 Output POM-QM 31
BAB 4 PENUTUP 34
3.4 Kesimpulan 34

DAFTAR PUSTAKA 36

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Istilah Riset Operasional (*operation reseach*) pertama kali digunakan pada tahun 1940 oleh Mc Closky dan Trefthen di suatu kota kecil Bowdsey Inggris. Riset operasional adalah suatu metode pengambilan keputusan yang dikembangkan dari studi operasional-operasional militer selama Perang Dunia II. Pada masa awal perang 1939, pemimpin militer Inggris memanggil sekelompok ahli-ahli sipil dari berbagai disiplin dan mengkoordinasi mereka ke dalam suatu kelompok yang diserahi tugas mencari cara-cara yang efisien untuk menggunakan alat yang baru ditemukan yang dinamakan radar dalam suatu sistem peringatan dini menghadapi serangan udara. Kelompok ahli Inggris ini dan kelompok-kelompok lain berikutnya melakukan penelitian (*research*) pada operasional-operasional (*operations*) militer.

Perkembangan disiplin *operation research* diawaili dari keberhasilan-keberhasilan penelitian dari kelompok-kelompok studi militer yang kemudian telah menarik kalangan Industriawan untuk membantu memberikan berbagai solusi terhadap masalah-masalah manajerial yang rumit. Dalam perkembangannya sekarang ini,*operation reseach* banyak diterapkan dalam menyelesaikan masalah-masalah manajemen untuk meningkatkan produktivitas atau efisiensi. *Operation reseach* sering dinamakan sebagai *management science*.

Melihat kesuksesan tim riset operasional pada militer, industri secara bertahap mengaplikasi penggunaan riset operasional. Sejak tahun 1951, riset operasional diaplikasikan di dunia industri dan bisnis di Inggris dan juga di Amerika Serikat. Sejak itu riset operasional memberikan dampak besar pada organisasi manajemen. Baik jumlah maupun variasi aplikasinya bertumbuh sangat cepat.

Dunia usaha dewasa ini semakin pesat, ditandai dengan banyaknya perusahaan yang bermunculan dengan berbagai macam usaha bahkan dengan usaha sejenis sehingga persaingan yang terjadi diantara pengusaha semakin ketat. Pada dasarnya setiap perusahaan baik perusahaan besar maupun perusahaan kecil bertujuan untuk mencari keuntungan yang sebesar-besarnya dalam menjalankan kegiatan perusahaan, lebih-lebih dalam era globalisasi sekarang ini, maka setiap organisasi dalam dunia bisnis dituntut untuk senantiasa memanfaatkan sumber daya yang dimiliki seoptimal mungkin. Ketatnya persaingan pada perusahaan yang memproduksi produk yang sejenis akan membuat perusahaan tersebut terpacu untuk menciptakan inovasi-inovasi yang lebih menarik dan beragam serta selektif dalam kualitas produk yang diproduksi. Oleh karena itu, perusahaan dituntut untuk semakin tanggap dalam melihat apa yang diinginkan konsumen.

Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah Penelitian Operasional adalah pemrograman linear. Pemrograman linear merupakan kelompok teknik analisis kuantitatif yang mengandalkan model matematik dalam mengalokasikan sumber daya untuk mencapai tujuan tunggal seperti memaksimumkan keuntungan atau meminimumkan biaya. Artinya, setiap masalah yang kita hadapi dalam suatu sistem permasalahan tertentu perlu dirumuskan dulu dalam simbol-simbol matematik tertentu, jika kita inginkan bantuan pemrograman linear

sebagai alat analisisnya. LP (*Linier Programming*) banyak diterapkan dalam membantu menyelesaikan masalah ekonomi, industri, militer, sosial dan lain-lain.

1.2 Tujuan Praktikum

Mahasiswa Mampu Mengolah data atau soal secara manual maupun dengan *software Microsoft Office Excel* dan POM-QM *For Windows*.

Dengan bertujuan agar mahasiswa dapat atau mampu untuk :

1. Mengetahui dan memahami tentang riset operasional mulai dari *linier programming*, metode transportasi dan sistem antrian.
2. Mengetahui dan memahami cara pengolahan data atau soal secara manual maupun dengan *software Microsoft Office Excel* dan POM-QM *For Windows*.

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Linear Programming

Linear programming adalah suatu teknis matematika yang dirancang untuk membantu manajer dalam merencanakan dan membuat keputusan dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan perusahaan. Tujuan perusahaan pada umumnya adalah memaksimalisasi keuntungan, namun karena terbatasnya sumber daya, maka dapat juga perusahaan meminimalkan biaya (Pangalajo, 2009).

Linear programming memiliki empat ciri khusus yang melekat, yaitu (Pangalajo, 2009):

1. Penyelesaian masalah mengarah pada pencapaian tujuan maksimisasi atau minimisasi.
2. Kendala yang ada membatasi tingkat pencapaian tujuan.
3. Ada beberapa alternatif penyelesaian.
4. Hubungan matematis bersifat linear.

Karena adanya persyaratan linearitas tersebut, maka persoalan ini disebut "*linear programming*". Dengan kata lain disebut program karena untuk mencari keputusan yang optimal didasarkan oleh keterbatasan sumber daya dan disebut linear (Hartanto, 2005).

Secara teknis, ada lima syarat tambahan dari permasalahan *linear programming* yang harus diperhatikan yang merupakan asumsi dasar, yaitu (Pangalajo, 2009):

1. *Certainty* (kepastian).
   Maksudnya adalah fungsi tujuan dan fungsi kendala sudah diketahui dengan pasti dan tidak berubah selama periode analisis.
2. *Proportionality* (proporsionalitas).
   Yaitu adanya proporsionalitas dalam fungsi tujuan dan fungsi kendala.
3. *Additivity* (penambahan).
   Artinya aktivitas total sama dengan penjumlahan aktivitas individu.
4. *Divisibility* (bisa dibagi-bagi).
   Maksudnya solusi tidak harus merupakan bilangan *integer* (bilangan bulat), tetapi bisa juga berupa pecahan.
5. *Non-negative variable* (variabel tidak negatif).
   Artinya bahwa semua nilai jawaban atau variabel tidak negatif.

Perumusan Model Dan Bentuk Umum

Untuk mendapatkan keputusan yang optimal dalam penyelesaian persoalan dengan menggunakan teknik *linear programming*, langkah pertama yang harus dilaksanakan adalah mengidentifikasikan masalah ke dalam bentuk matematis atau sering disebut pembuatan model *linear programming* (Hartanto, 2005).

Langkah – langkah yang perlu dilakukan untuk merumuskan model *linear programming* tersebut adalah (Hartanto, 2005):

1. Tentukan variabel keputusan yang akan dicari dan beri notasi dalam bentuk matematis.
2. Tentukan batasan dari variabel keputusan tadi dan gambarkan ke dalam bentuk persamaan linear atau ketidaksamaan linear.
3. Tentukan tujuan yang akan dicapai dari variabel keputusan tadi dan gambarkan dalam satu set fungsi linear yang berbentuk maksimasi keuntungan atau minimasi biaya.

Secara umum bentuk model *linear programming* dapat digambarkan sebagai berikut Hartanto, 2005):

Maks. atau min.	$Z = cx_1 + cx_2 + cx_3 + \cdots + c_n x_n$
Dengan batasan	(1) $a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + \cdots + a_{1n} x_n \leq b_1$
	(2) $a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + \cdots + a_{2n} x_n \leq b_2$
	(3) $a_{31} x_1 + a_{32} x_2 + a_{33} x_3 + \cdots + a_{3n} x_n \leq b_3$
	$\vdots$
	(n) $a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + a_{m3} x_3 + \cdots + a_{mn} x_n \leq b_m$
Untuk harga	$x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n \geq 0$

Karena persoalan *linear programming* merupakan masalah alokasi, maka perumusan di atas dapat diinterpretasikan sebagai berikut (Hartanto, 2005):

Z	→	nilai tujuan yang akan dicapai.
$x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$	→	variabel keputusan yang akan dicari.
a_{ij}	→	jumlah *resource* yang harus dialokasikan pada setiap kegiatan ke (j).
$b_1, b_2, b_3, \ldots, b_m$	→	jumlah *resource*.
c_{ij}	→	nilai dari setiap kegiatan ke (j).

Penyelesaian Model Linear Programming

Setelah melakukan perumusan model *linear programming*, maka langkah selanjutnya adalah menyelesaikan model *linear programming* guna mendapatkan tujuan yang akan dicapai. Oleh karena persoalan *linear programming* dapat digambarkan dalam berbagai bentuk seperti maksimisasi, atau minimisasi dan dengan batasan dapat pula berbentuk lebih kecil sama dengan, sama dengan, atau, lebih besar sama dengan (≤, =, ≥),

maka diperlukan suatu bentuk baku yang dapat memenuhi prosedur penyelesaian (Hartanto, 2005).

Bentuk baku yang sudah umum digunakan untuk menyelesaikan model *linear programming* adalah (Hartanto, 2005):

1. Bentuk standar

   Karakteristik dari bentuk standar ini adalah :

   - Fungsi tujuan (*objective function*) berbentuk maksimasi atau minimisasi.
   - Semua kendala digambarkan dalam bentuk persamaan.
   - Semua variabel keputusan non – negatif.
   - Nilai ruas kanan setiap kendala non – negatif.

2. Bentuk kanonik

   Karakteristik dari bentuk kanonik ini adalah:

   - Semua kendala berbentuk lebih kecil sama dengan (≤).
   - Semua variabel keputusan non – negatif.
   - Fungsi tujuan (*objective function*) bentuk maksimisasi.

Ada beberapa cara menyelesaikan masalah dengan model program linear, di antaranya yaitu diselesaikan secara grafik. Secara umum metode grafik dapat memberi masukan berharga untuk program linear dan pemecahannya, tetapi metode ini hanya berlaku untuk dua variabel saja. Suatu teknik yang dapat memecahkan masalah-masalah program linear secara umum yaitu metode simpleks. Dalam metode simpleks model diubah ke dalam bentuk suatu tabel kemudian dilakukan beberapa langkah matematis pada tabel tersebut. Langkah - langkah matematis ini merupakan replikasi proses pemindahan dari suatu titik ekstrem ke titik ekstrem lainnya pada daerah solusi (Kusrini, 2005).

Penyelesaian persoalan dengan menggunakan teknik *linear programming*, bertujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal yang dapat membentuk maksimasi keuntungan maupun minimisasi biaya. Penyelesaian tersebut bermula dari bentuk umum (perumusan model) ke *feasible*, dari *feasible* menjadi *feasible* dasar dan akhirnya menjadi optimal (Hartanto, 2005).

Penggunaan *linear programming* pada saat sekarang sudah cukup luas, misalnya dibidang ekonomi, militer, industri, maupun bidang sosial lainnya. Disamping itu dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, maka proses perhitungan penyelesaian *linear programming* sudah menggunakan komputer, terutama dalam menghadapi persoalan yang memiliki variabel cukup banyak, yang apabila dilakukan dengan proses perhitungan biasa akan memakan waktu yang cukup lama. Dari uraian di atas dapat diakatakan bahwa *linear programming* merupakan salah satu teknik matematis yang bertujuan untuk mendapatkan keputusan optimal (Hartanto, 2005).

2.2 Transportasi

Pada umumnya, masalah transportasi berhubungan dengan distribusi suatu produk tunggal dari beberapa sumber, dengan penawaran terbatas, menuju beberapa tujuan, dengan permintaan tertentu, pada biaya transportasi minimum. Karena hanya satu macam barang, suatu tempat tujuan dapat memenuhi permintaannya dari satu atau lebih sumber (Mulyono, 2004:114).

Asumsi dasar model ini adalah bahwa biaya transportasi pada suatu rute tertentu proporsional dengan banyaknya unit yang dikirimkan. Definisi unit yang dikirimkan sangat tergantung pada jenis produk yang diangkut, yang penting, satuan penawaran dan permintaan akan barang yang diangkut harus konsisten.

Masalah transportasi dapat diselesaikan dengan metode simpleks, sebab model matematika dari masalah transportasi merupakan keadaan khusus dari model matematika masalah PL. Kelemahan metode simpleks untuk menyelesaikan masalah transportasi adalah timbulnya masalah kemerosotan. Masalah transportasi dapat juga diselesaikan dengan algoritma transportasi.

Adapun langkah-langkah algoritma transportasi sebagai berikut.

1. Menyiapkan tabel untuk masalah transportasi.
2. Menyusun program awal sehingga diperoleh penyelesaian fisibel.
3. Menentukan biaya kesempatan dari sel-sel kosong.
4. Menguji apakah program sudah optimal.
5. Menyusun program perbaikan, apabila belum ditemukan program optimal.

Metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama atau sejenis ke tempat tujuan secara optimal. Distribusi ini dilakukan sedemikian rupa sehingga permintaan dari beberapa tempat tujuan dapat dipenuhi dari beberapa tempat asal yang masing-masing dapat memiliki permintaan atau kapasitas yang berbeda (Dwijanto, 2008:61).

Distribusi ini dilakukan sedemikian rupa sehingga permintaan dari beberapa tempat tujuan dapat dipenuhi dari beberapa tempat asal yang masingmasing dapat memiliki permintaan atau kapasitas yang berbeda-beda. Dengan menggunakan metode transportasi dapat diperoleh suatu alokasi distribusi barang yang dapat meminimalkan total biaya transportasi.

Suatu perusahaan memerlukan pengelolaan data dan analisis kuantitatif yang akurat, cepat serta praktis dalam penggunaannya. Dalam perhitungan secara manual membutuhkan waktu yang lebih lama sementara pertimbangan efisiensi waktu dalam perusahaan sangat diperhatikan.

Dalam penyelesaian kasus transportasi,langkah-langkah untuk penyelesaian dengan metode transportasi adalah sebagai berikut.

1. Langkah pertama di dalam metode transportasi adalah menyusun matriks transportasi. Langkah ini merupakan kunci keberhasilan kita dalam menyusun langkah berikutnya. Matriks transportasi menunjukan sumber dari mana barang berasal dan kemana tujuan dikirim.

2. Langkah berikutnya adalah menyusun tabel awal. Pada tabel awal diisikan informasi biaya transportasi atau jarak dari suatu sumber ke suatu tujuan tertentu, besar kapasitas sumber, dan besar permintaan. Pada langkah ini, harus dipastikan bahwa besar kapasitas harus sama (seimbang) dengan besar permintaan. Apabila terdapat ketidakseimbangan maka harus dibuat sel *dummy* yang berisi besarnya ketidakseimbangan antara penawaran dan permintaan. Sel *dummy* dapat berupa sel baris atau sel kolom.
3. Langkah ketiga adalah melakukan pengalokasian berdasarkan beberapa metode yang ada. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan baik secara manual maupun dengan menggunakan program komputer. Diantaranya adalah teknik stepping stone dengan kaidah kiri atas – kanan bawah (Nortwest Corner Method), artinya iterasi (perhitungan) dilakukan secara bertahap dengan dimulai dari kiri atas ke kanan bawah. Teknik lainnya adalah Vogel's Approximation Method dan Minimum Cost Method.
4. Jika telah dilakukan pengalokasian dengan salah satu metode yang sesuai, langkah selanjutnya adalah melihat apakah alokasi tersebut sudah optimal atau belum. Jika alokasi telah optimal maka alokasi tersebut dapat dikatakan telah mencapai nilai yang paling menguntungkan. Sebaliknya jika belum optimal, maka perlu dilakukan revisi atau perbaikan untuk sel yang masih memungkinkan untuk direvisi atau diperbaiki.

2.3 Antrian

- Antrian (queues) terjadi karena permintaan pelayanan lebih besar daripada fasilitas pelayan yang ada dalam system antrian.
- Permintaan pelayanan akan meningkat terus menerus sedangkan ketersediaan fasilitas pelayanan terbatas.
- Antrian menimbulkan berbagai kerugian (loss), opportunity loss dan wasting time.
- Untuk mengurangi kerugian dalam antrian, perlu dilakukan peningkatan efisiensi system antrian.
- Model antrian pertama kali dikembangkan oleh A.K. Erlang (1909). Model antrian yang dikembangkan Erlang digunakan untuk menentukan jumlah yang optimal dari fasilitas telephone switching yang digunakan untuk melayani pengguna telepon yang masuk.

KONSEP DASAR TEORI ANTRIAN

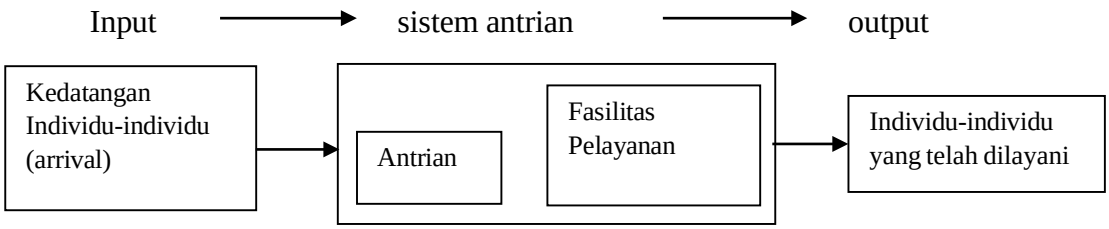
- Tujuan dari model antrian adalah untuk meminimumkan total biaya yang timbul dalam suatu antrian pelayanan yang terdiri dari biaya langsung penyediaan

fasilitas pelayanan dan biaya tidak langsung dari individu yang mengantri (karena harus menunggu untuk dilayani)

- Sistem pelayanan yang memiliki fasilitas pelayanan lebih dari jumlah optimal tidak menimbulkan antrian, tetapi perlu investasi yang besar. Jika kurang dari jumlah optimal akan berakibat tertundanya pelayanan, sehingga menimbulkan antrian.

SISTEM ANTRIAN

- Sistem antrian : Sistem antrian sederhana dan sistem antrian kompleks
- Sistem antrian sederhana : memiliki antrian tunggal dan fasilitas pelayanan tunggal



- Input : Terbatas (finite) atau Tidak terbatas (infinite). Individu yang datang untuk dilayani dan mengantri bisa terdiri dari manusia (nasabah, pembeli, klien, customers, etc) atau bukan manusia (kendaraan, mesin, bahan baku, barang dalam proses produksi, etc)
- Pola kedatangan (arrival pattern) :

  Arrival rate (tingkat kedatangan) : Konstan (distribusi uniform) atau Random (misalnya berdistribusi Poisson). Jika pola kedatangan berdistribusi Poisson, maka waktu antar kedatangan akan berdistribusi eksponensial.

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \qquad f(X) = \mu e^{-\mu X}$$

- Balking : Jika panjang antrian berlebihan, sehingga ada individu dalam antrian yang meninggalkan antrian.
- Bulk arrival : Jika individu-individu datang berkelompok secara bersama-sama

DISIPLIN ANTRIAN

- Disiplin antrian adalah keputusan yang digunakan untuk menyeleksi individu-individu yang memasuki antrian dan akan dilayani lebih dulu
    1. FIFO (First In First Out) atau disebut juga FCFS(First Come First Service)
    2. LIFO (Last In First Out) atau LCFS (Last Come First Service)
    3. Emergency First
    4. Critical Condition First

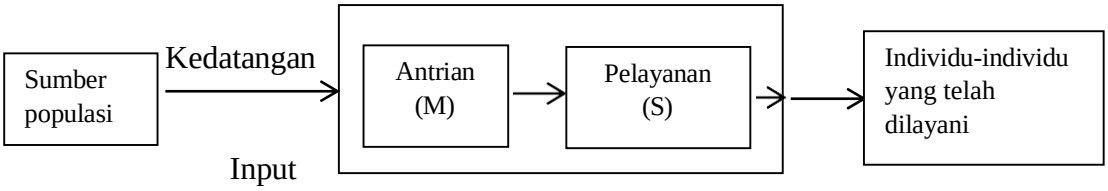
    Panjang antrian : Finite jika kapasitas antrian menjadi pembatas (misal tempat parkir, tempat tidur di RS, kapasitas mesin, etc) → lebih kompleks.

    Tingkat pelayanan (service time) : Waktu yang digunakan untuk melayani individu-individu dalam sistem. Tingkat pelayanan ini akan berdistribusi random (eksponensial) atau konstan (distribusi uniform).
- Keluar (exit) : Individu-individu yang telah selesai dilayani

SISTEM DAN STRUKTUR ANTRIAN

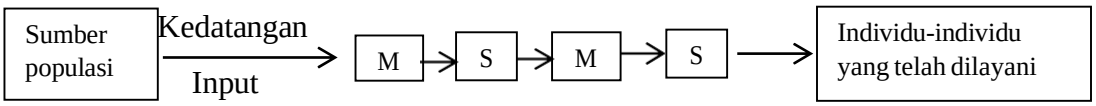
- Sistem Antrian :
    1. Sistem pelayanan Komersial (Restoran, Café, bank, SPBU, etc)
    2. Sistem pelayanan Bisnis Industri (lini industri, material handling, sistem inventory, sistem informasi, etc)
    3. Sistem pelayanan Transportasi
    4. Sistem pelayanan Sosial (RS, supermarket, public service, etc)
- Struktur Antrian : Berdasarkan susunan saluran (channel) → Single channel atau multiple channel. Berdasarkan Phase → single phase atau multiple phase

Single Channel – Single Phase



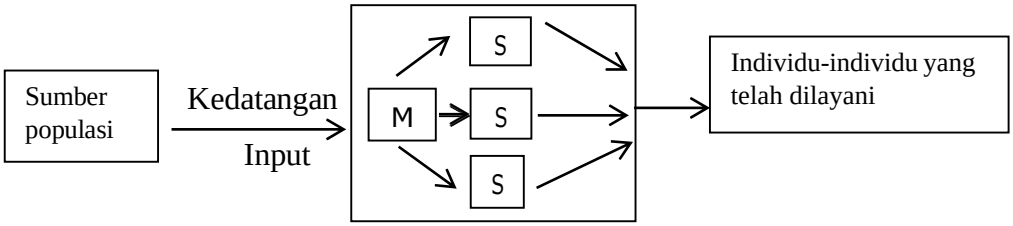
Misalnya : Antrian di Barber Shop, Pembelian tiket KRL dengan satu loket, Praktek dokter sendiri, pelayanan toko dengan satu pelayan, dsb.

Single Channel – Multiple Phase



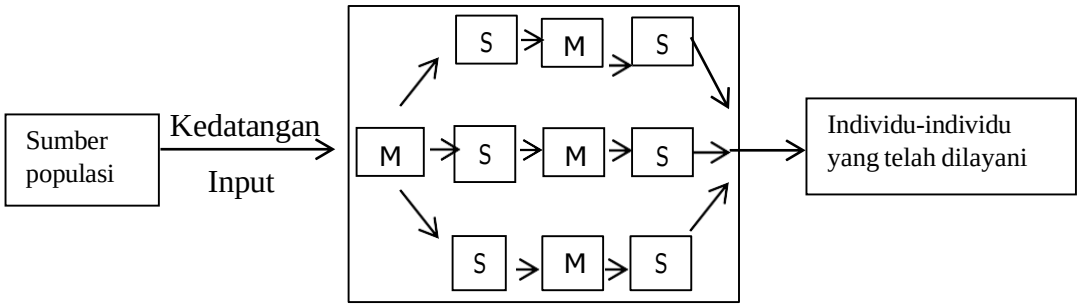
Misalnya : Lini produksi massal, cuci mobil, tukat cat mobil, pelayanan kesehatan (pemeriksaan) di RS, dsb.

Multichannel – Single Phase



Misalnya : Pelayanan tiket lebih dari satu loket, pemeriksaan kesehatan oleh beberapa orang dokter, pelayanan potong rambut oleh beberapa tukang cukur, dsb.

Multichannel-Multiphase



Misalnya : Registrasi mahasiswa di satu universitas, Pelayanan di RS sejak pendaftaran, diagnosa, perawatan, hingga pembayaran. Pelayanan pembuatan SIM, dsb.

Struktur campuran (mixed arrangements) : Gabungan dua atau lebih struktur antrian di atas.

Pengelompokan model antrian : Kendall's Notation

M = Tingkat kedatangan dan pelayanan Poisson

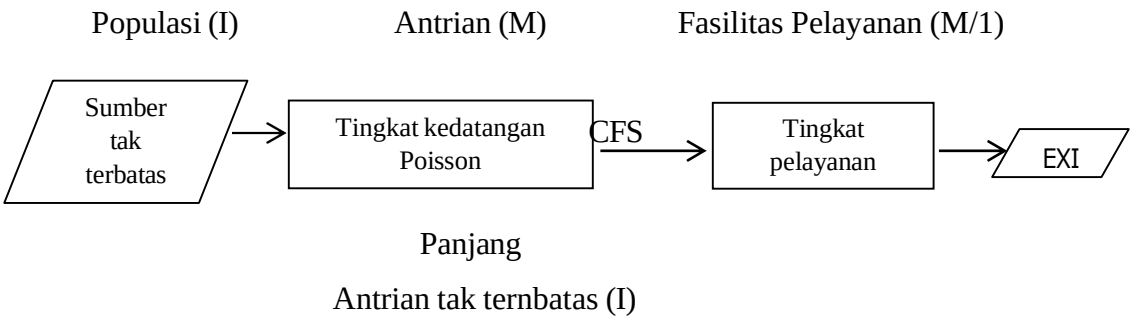
D = Tingkat kedatangan dan pelayanan deterministic (konstan)

K = Distribusi Erlang untuk waktu antar kedatangan atau pelayanan

S = Jumlah fasilitas pelayanan

I = Sumber populasi infinite

F = Sumber populasi finite



Bentuk Model Umum

Tingkat kedatangan / Tingkat pelayanan / Jumlah fasilitas pelayanan / Ukuran populasi / Panjang antrian

M / M / 1 / I / I	λ = Tingkat kedatangan rata-rata unit/jam
	$1/\lambda$ = Waktu antar kedatangan rata-rata jam/unit
Model 1 : M / M / 1 / I / I	μ = Tingkat pelayanan rata-rata unit/jam
	$1/\mu$ = Waktu pelayanan rata-rata jam/unit
Model 2 : M / M / S / I / I	n = Jumlah individu dalam system pada suatu waktu tertentu
	$\overline{n_q}$ = Rata-rata jumlah individu dalam antrian
Model 3 : M / M / 1 / I / F	$\overline{n_t}$ = Rata-rata jumlah individu dalam system (antrian dan fasilitas pelayanan)
Model 4 : M / M / S / F / I	$\overline{t_q}$ = Rata-rata waktu mengantri dalam antrian
	$\overline{t_t}$ = Rata-rata waktu mengantri dalam system

BAB III
PEMBAHASAN

3.1 Linear Programming

Permasalahan dari Linier Programming ini didapat dari hasil analisis Video pembuatan paving. Dari hasil pembuatan Paving ini di dapatkan data yaitu:

Produk Paving yang di buat terdapat 2 jenis produk yaitu Paving Multi Block dan Paving Segi Enam. Untuk membuat 1 m^2 paving multi block dibutuhkan 5 Pekerja, dengan komposisi,10 Tong Pasir, 5 timba semen dan 4 Timba Air. Sedangkan untuk membuat 1 m^2 paving segi enam dibutuhkan 6 pekerja, dengan komposisi 8 Tong Pasir, 4 Timba Air dan 3 Timba Semen. Pekerja yang tersedia yaitu 10 Pekerja. Asumsi Kapasitas Bahan Baku 25 Tong Pasir, 15 Timba Semen, dan 10 Timba Air. Keuntungan produk diasumsikan Paving Multi Block Rp. 80.000 / m^2. Dan untuk Paving Segi Enam memiliki harga Rp. 100.000/ m^2.

Dari Hasil Analisi Video pembuatan Paving ini akan dilakukan pengujian menggunakan metode Linier Programing dengan menggunakan softwere POM untuk mendapatkan Profit Maksimum.

3.1.1 Pengumpulan data

Table 1 Data produksi paving

Produk	Pekerja Yang Dibutuhkan	Bahan Baku Yang Dibutuhkan			Jumlah Produk	Keuntungan Produk per m^2
		Pasir	Air	Semen		
Paving Multi block	5	10	4	5	1 m^2	Rp. 80.000
Paving Segi enam	6	8	4	3	1 m^2	Rp. 100.000
Kapasitas	10 Pekerja	25 Tong	15 Timba	10 Timba		

Dari data yang didapat ini maka akan dilakukan penyelesaian dengan Program POM-QM dengan metode Linier Programing.

Variabel :

X_1 = Jumlah paving multi block yang diproduksi (m^2)

X_2 = Jumlah paving segi enam yang diproduksi (m^2)

Fungsi Tujuan

Max $Z = 80.000X_1 + 100.000X_2$

Constraint :

$5X_1 + 6X_2 \leq 10$

$10X_1 + 8X_2 \leq 25$

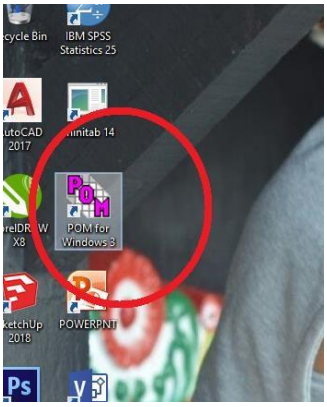
$4X_1 + 4X_2 \leq 15$

$5X_1 + 3X_2 \leq 10$

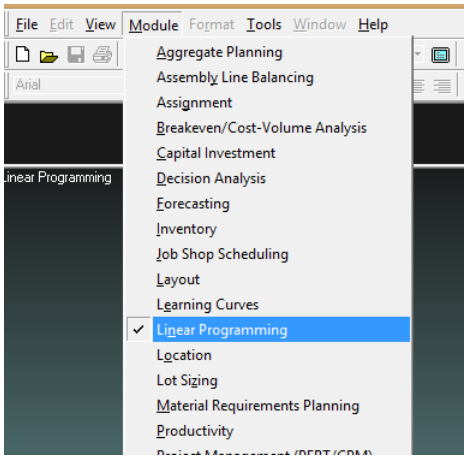
$X_1, X_2 \geq 0$

3.1.2 Pengolahan data

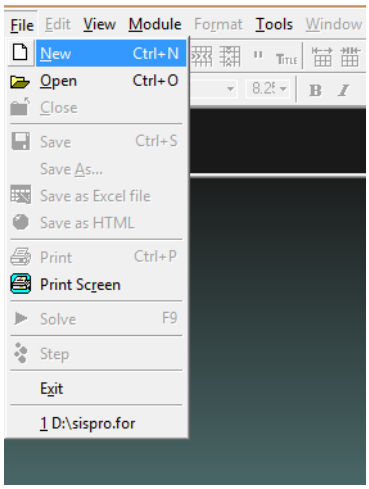
1. Buka POM-QM pada desktop



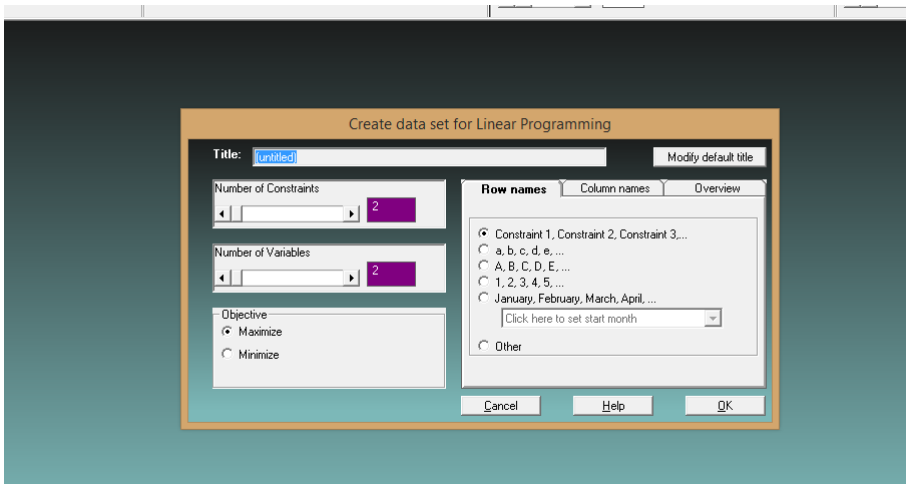
2. Klik *Module- Linier Programming*



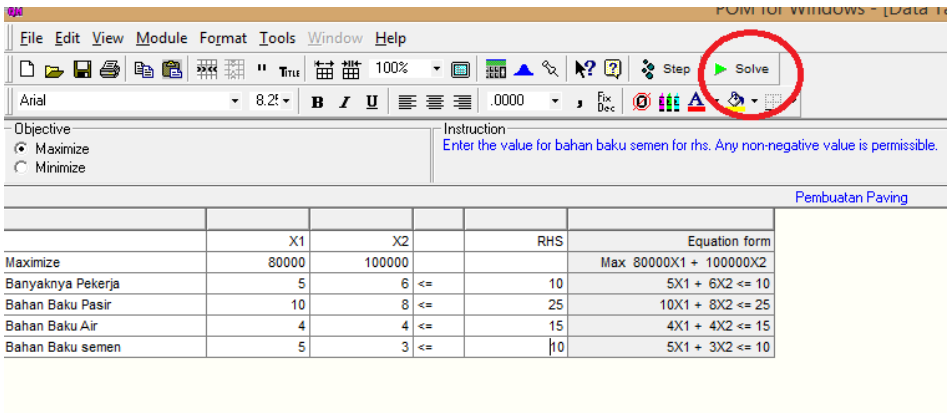
3. Klik menu *File- New*



4. Pada kotak title diisi judul kasus yang akan diselesaikan (Pembuatan Paving)
5. *Number of Constrain* (jumlah fungsi batasan diisi dengan 4) sesui kasus
6. *Number of Variables* (jumlah variabel diisi 2) sesui kebutuhan kasus
7. Pada *Objective* pilih *Miximize*
8. Klik Ok

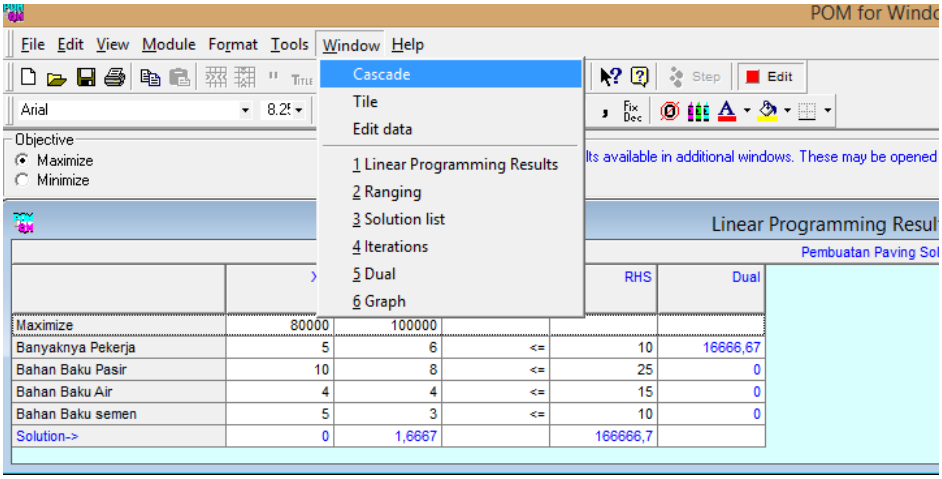


9. Masukan angka-angka pada soal ke dalam tabel yang muncul kemudian klik *Solve*



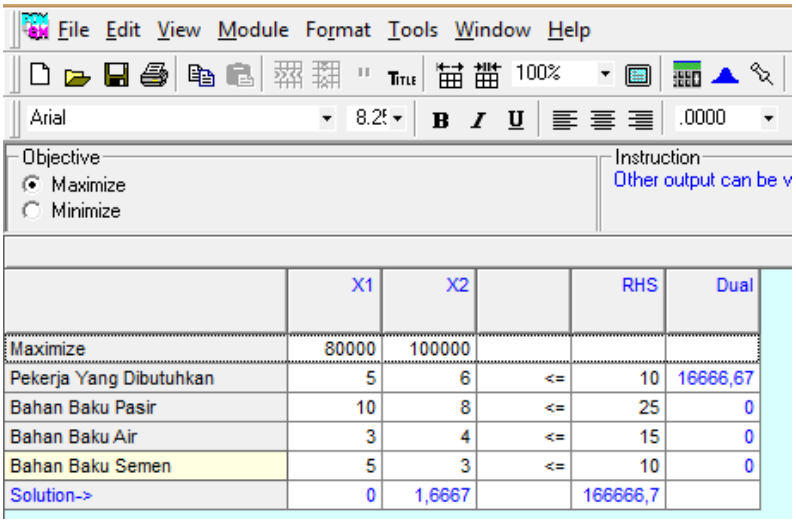
	X1	X2		RHS	Equation form
Maximize	80000	100000			Max 80000X1 + 100000X2
Banyaknya Pekerja	5	6	<=	10	5X1 + 6X2 <= 10
Bahan Baku Pasir	10	8	<=	25	10X1 + 8X2 <= 25
Bahan Baku Air	4	4	<=	15	4X1 + 4X2 <= 15
Bahan Baku semen	5	3	<=	10	5X1 + 3X2 <= 10

10. Klik *Tile* untuk mengeluarkan semua output yang dibutuhkan atau klik Window kemudian klik satu-persatu untuk mengeluarkan output tertentu (*Linier programming result, Ranging, Solution list, Iteration, Dual,Graph*).



3.1.3 Output POM-QM

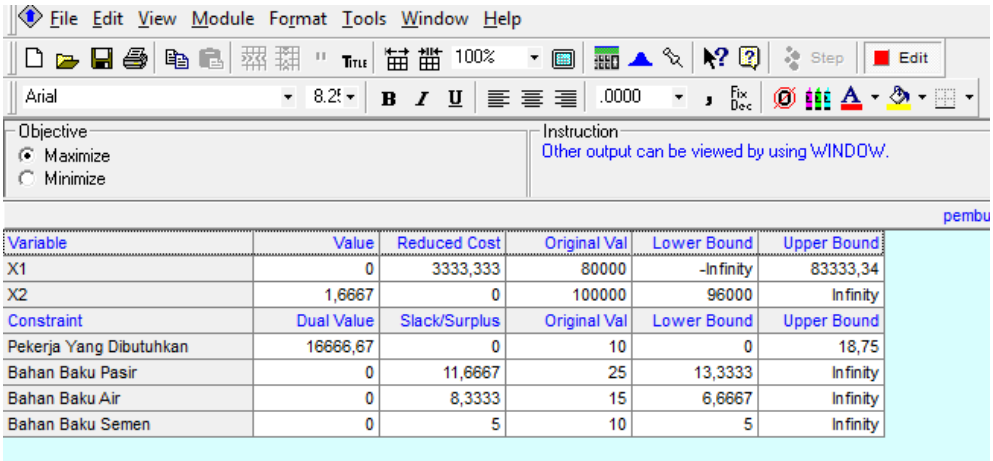
1. Output Linear Programming Results



Interpretasi:

Pada *liniear programing result*, terlihat bahwa solusi untuk kasus ini adalah X1 sebesar 0 untuk Paving Multi Block dan X2 sebesar 1.67 untuk paving segi enam. Keuntungan maksimal yang bisa didapat sebesar ± Rp 166.666.

2. *Output Ranging*



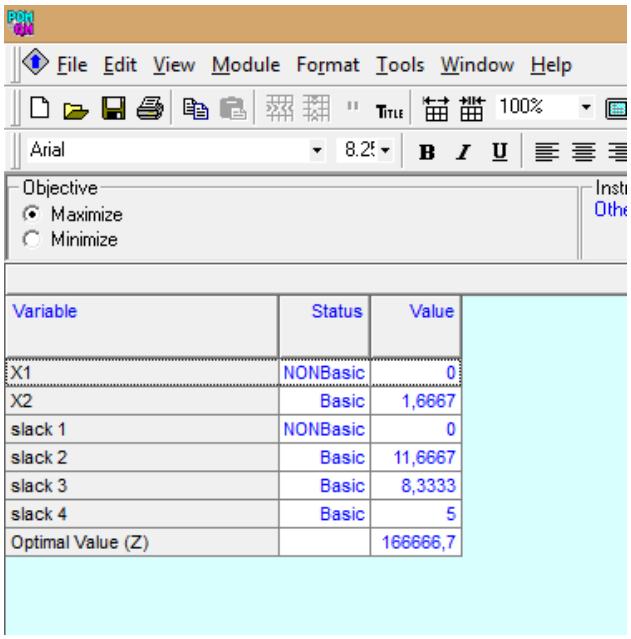
Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X1	0	3333,333	80000	-Infinity	83333,34
X2	1,6667	0	100000	96000	Infinity
Constraint	**Dual Value**	**Slack/Surplus**	**Original Val**	**Lower Bound**	**Upper Bound**
Pekerja Yang Dibutuhkan	16666,67	0	10	0	18,75
Bahan Baku Pasir	0	11,6667	25	13,3333	Infinity
Bahan Baku Air	0	8,3333	15	6,6667	Infinity
Bahan Baku Semen	0	5	10	5	Infinity

Interpretasi:

Pada tabel ranging dapat terlihat bahwa :

1. Value : Keuntungan maksimal dapat dicapai ketika produksi X_1= 0 dan X_2=1.67
2. Dual value : Jika dilakukan penambahan 1 tenaga kerja akan menambah keuntungan sebesar Rp 16.000 rupiah, sedangkan bahan baku pasir, air, dan semen walaupun masing-masing dilakukan penambahan tidak akan memberikan keuntungan karena nilainya Rp 0. Hal ini disebabkan karena terdapat pasir, air, dan semen yang terbuang atau tidak optimal dalam pemakaiannya dalam produksi.
3. Lower bound dan Upper Bound adalah batas atas dan batas bawah.

3. *Output Solution List*



File Edit View Module Format Tools Window Help

Objective
Maximize
Minimize

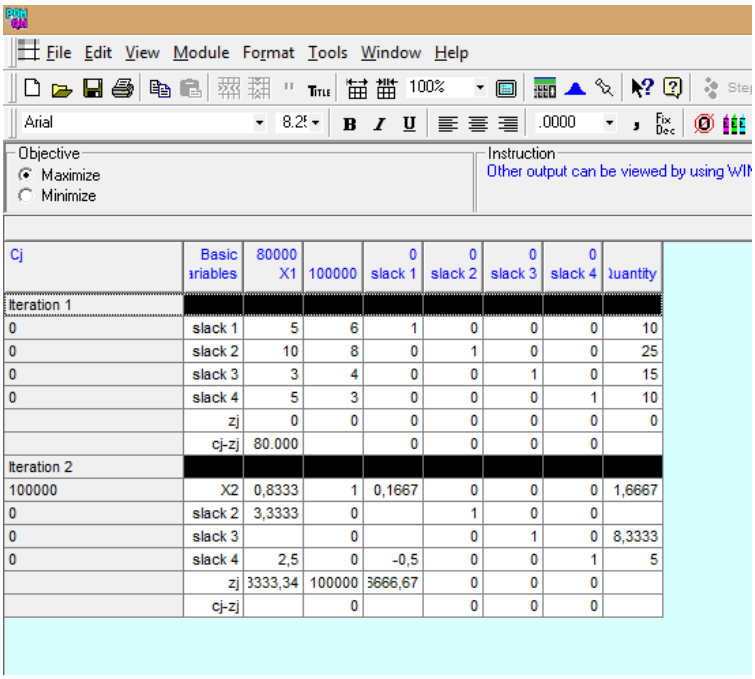
Variable	Status	Value
X1	NONBasic	0
X2	Basic	1,6667
slack 1	NONBasic	0
slack 2	Basic	11,6667
slack 3	Basic	8,3333
slack 4	Basic	5
Optimal Value (Z)		166666,7

Interpretasi :

Pada tabel solusion list terlihat bahwa :

1. Value : Produksi optimal untuk profit maksimal yaitu Paving multi block (x_1) = 0 dan Paving segi enam (x_2) = 1.67. Menghasilkan keuntungan (Z sebesar Rp166.666)
2. Status : Basic adalah variabel yang masuk ke dalam iterasi. Pada kasus diatas yang menjadi variabel basic yaitu Paving segi enam (x2), slack 2, slack 3 dan slack 4.

4. *Output Iterations*



File Edit View Module Format Tools Window Help

Objective
Maximize
Minimize

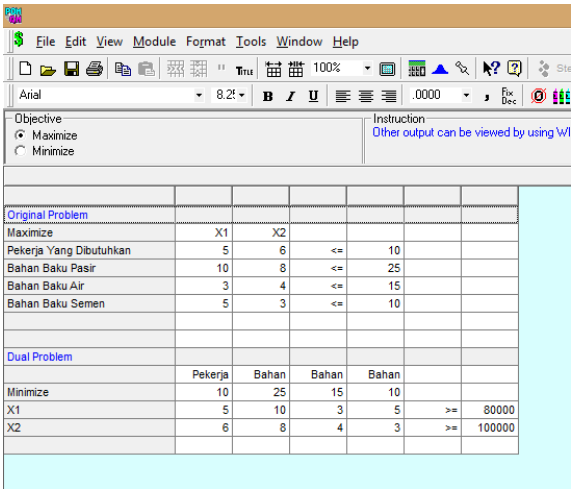
Instruction
Other output can be viewed by using WIN

Cj	Basic	80000		0	0	0	0	
	ariables	X1	100000	slack 1	slack 2	slack 3	slack 4	Quantity
Iteration 1								
0	slack 1	5	6	1	0	0	0	10
0	slack 2	10	8	0	1	0	0	25
0	slack 3	3	4	0	0	1	0	15
0	slack 4	5	3	0	0	0	1	10
	zj	0	0	0	0	0	0	0
	cj-zj	80.000		0	0	0	0	
Iteration 2								
100000	X2	0,8333	1	0,1667	0	0	0	1,6667
0	slack 2	3,3333	0		1	0	0	
0	slack 3		0		0	1	0	8,3333
0	slack 4	2,5	0	-0,5	0	0	1	5
	zj	3333,34	100000	3666,67	0	0	0	
	cj-zj		0		0	0	0	

Interpretasi :

Pada tabel iterasi terlihat bahwa terjadi 2 kali iterasi. Hal tersebut berarti untuk dapat mencapai kombinasi angka optimum diperlukan dua kali langkah komputasi.

5. *Output Dual*



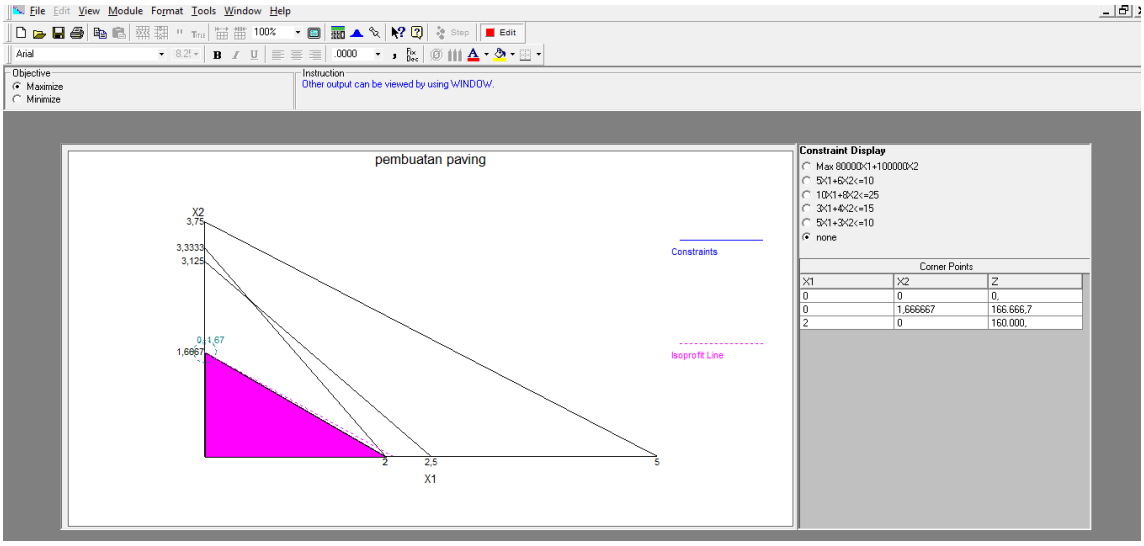
Original Problem						
Maximize	X1	X2				
Pekerja Yang Dibutuhkan	5	6	<=	10		
Bahan Baku Pasir	10	8	<=	25		
Bahan Baku Air	3	4	<=	15		
Bahan Baku Semen	5	3	<=	10		
Dual Problem						
	Pekerja	Bahan	Bahan	Bahan		
Minimize	10	25	15	10		
X1	5	10	3	5	>=	80000
X2	6	8	4	3	>=	100000

Interpretasi :

Pada tabel dual terlihat bahwa :

1. Original problem adalah fungsi tujuan dan kendala pada soal.
2. Dual problem adalah bentuk lain dari fungsi tujuan dan kendala pada soal.

6. *Output Graph*



Interpretasi :

Pada graph terlihat bahwa :

1. Corner point adalah kombinasi yang dapat dilakukan perusahaan. Dapat dilihat kombinasi yang berwarna ungu dapat menghasilkan profit jika X1 = 2 dan X2 = 1,67
2. Isoprofit line adalah garis dimana tercapainya profit maksimal.
3. Daerah yang diarsir disebut feasible area yaitu batas yang mungkin untuk pengalokasian sumberdaya produksi yang ada dengan waktu yang tersedia.

3.2 Metode Transportasi

Metode Transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber – sumber yang menyediakan produk – produk yang sama di tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa karena terdapat perbedaan biaya transportasi (alokasi) dari suatu sumber ke beberapa tujuan yang berbeda – beda dan dari beberapa sumber ke suatu tujuan juga berbeda – beda.

3.2.1 Pengumpulan data

Data pengamatan diambil dari jurnal dengan judul OPTIMASI DISTRIBUSI GULA MERAH PADA UD SARI BUMI RAYA MENGGUNAKAN MODEL TRANSPORTASI DAN METODE LEAST COST oleh Deasy Permata Sari A12.2010.04110 Program Studi Sistem Informasi – S1 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dian Nuswantoro, Jl. Nakula I No. 5-11, Semarang Disajikan dalam tabel dibawah ini.

Table Data Kiriman UD Sari Bumi Raya

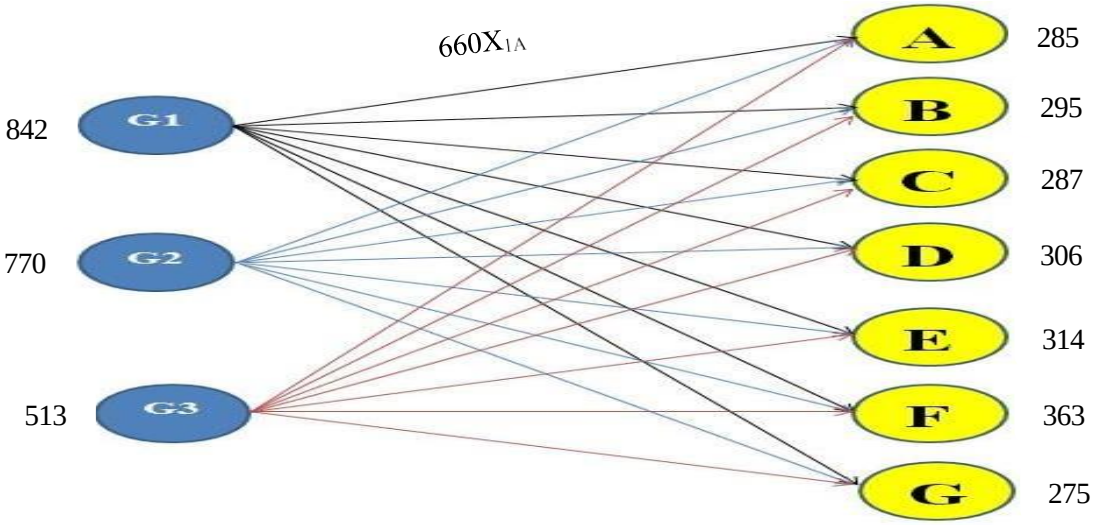
Gudang	Tujuan Pengiriman						
	A	B	C	D	E	F	G
Kudus	660	150	160	170	150	740	240
Demak	300	270	250	240	270	420	750
Pati	900	420	440	450	420	1000	270

Gudang	Tujuan Pengiriman							Supplay
	A	B	C	D	E	F	G	
Kudus	660	150	160	170	150	750	240	842
Demak	300	270	250	240	270	420	750	770
Pati	900	420	440	450	420	100	270	513
Demand	285	295	287	306	314	363	275	2125

Keterangan :

- Supplay = Kapasitas Gudang.
- Demand = Kebutuhan Distributor (Tujuan Pengiriman).
- 660,150,160 = Biaya Pengiriman.

Dari persoalan ini akan mencari solusi untuk perusahaan akan mengirim dari pabrik mana ke gudang mana dan berapa jumlah serta biaya transportasi. Persoalan ini akan diselesaikan dengan menggunakan Software yaitu POM-QM



Formulasi :

- Minimumkan :

  $Z = 660X_{1A} + 150X_{1B} + 160X_{1C} + 170X_{1D} + 150X_{1E} + 740X_{1F} + 240X_{1G} + 300X_{2A} + 270X_{2B} + 250X_{2C} + 240X_{2D} + 270X_{2E} + 420X_{2F} + 750X_{2G} + 900X_{3A} + 420X_{3B} + 440X_{3C} + 450X_{3D} + 420X_{3E} + 1000X_{3F} + 270X_{3G}$

- Pembatas :

$X_{1A} + X_{1B} + X_{1C} + X_{1D} + X_{1E} + X_{1F} + X_{1G} = 842$

$X_{2A} + X_{2B} + X_{2C} + X_{2D} + X_{2E} + X_{2F} + X_{2G} = 770$

$X_{3A} + X_{3B} + X_{3C} + X_{3D} + X_{3E} + X_{3F} + X_{3G} = 512$

$X_{1A} + X_{2A} + X_{3A} = 285$

$X_{1B} + X_{2B} + X_{3B} = 295$

$X_{1C} + X_{2C} + X_{3C} = 287$

$X_{1D} + X_{2D} + X_{3D} = 306$

$X_{1E} + X_{2E} + X_{3E} = 314$

$X_{1F} + X_{2F} + X_{3F} = 363$

$X_{1G} + X_{2G} + X_{3G} = 275$

$X_{1A}, X_{1B}, X_{1C}, X_{1D}, X_{1E}, X_{1F}, X_{1G} \geq 0$

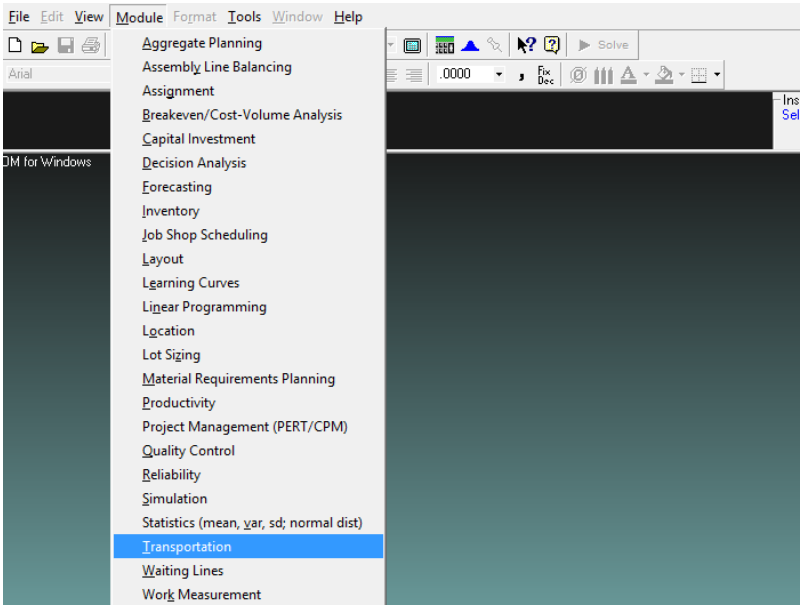
$X_{2A}, X_{2B}, X_{2C}, X_{2D}, X_{2E}, X_{2F}, X_{2G} \geq 0$

$X_{3A}, X_{3B}, X_{3C}, X_{3D}, X_{3E}, X_{3F}, X_{3G} \geq 0$

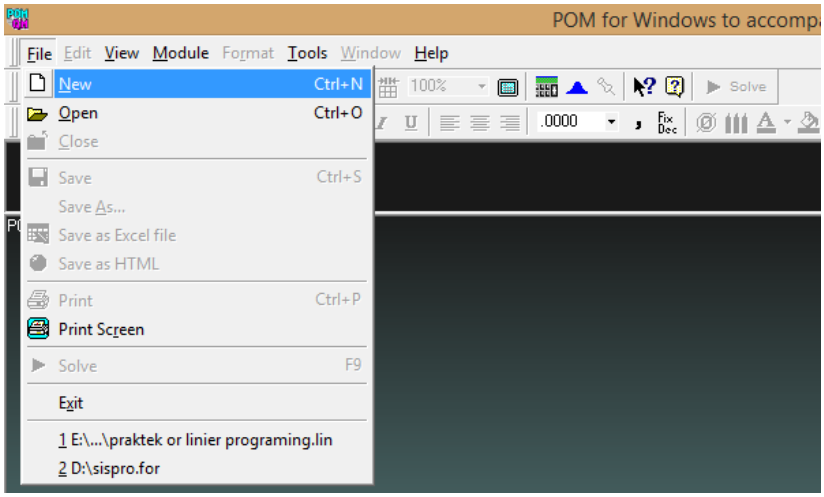
3.2.2 Pengolahan data

Penyelesaian permasalahan diatas menggunkan Program POM-QM langkah – langkah nya yaitu :

1. Buka POM-QM pada Dekstop
2. Klik *Module- Transportation*

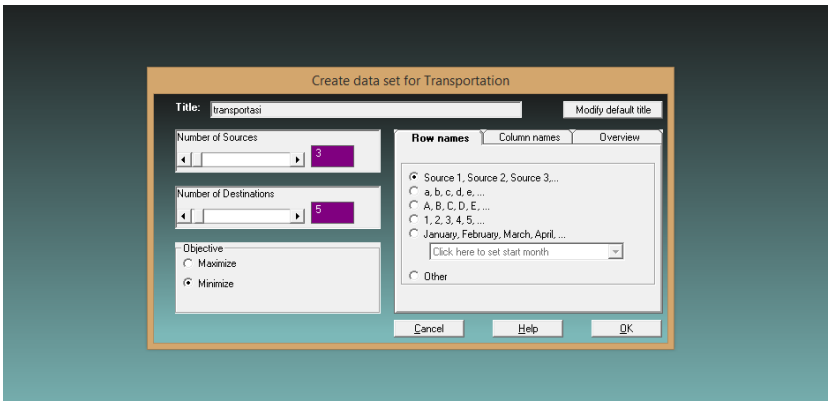


3. Klik menu *File- New*



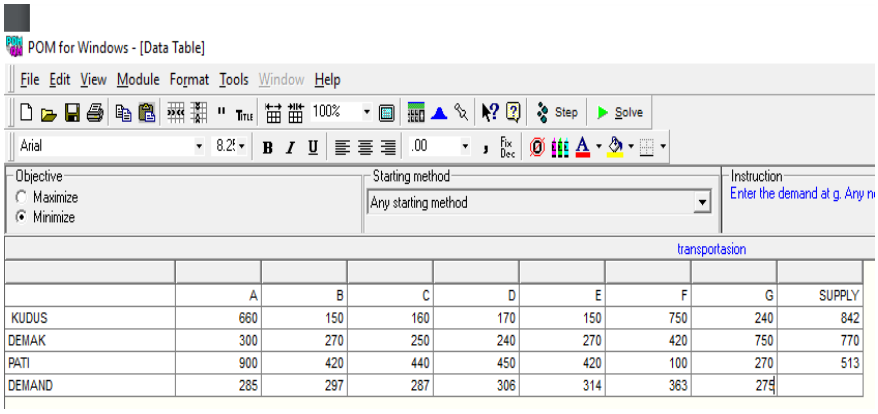
4. Pada kotak *title* diisi judul kasus yang akan diselesaikan
5. *Number of Sources* (jumlah sumber diisi dengan 3) sesuai kasus
6. *Number of Destination* (jumlah kejadian diisi 7) sesui kebutuhan kasus

7. Pada *Objective* pilih *Minimize* karena menghitung biaya



8. Klik Ok.

9. Masukan angka-angka pada soal ke dalam tabel yang muncul kemudian klik *Solve*



	A	B	C	D	E	F	G	SUPPLY
KUDUS	660	150	160	170	150	750	240	842
DEMAK	300	270	250	240	270	420	750	770
PATI	900	420	440	450	420	100	270	513
DEMAND	285	297	287	306	314	363	275	

10. Klik *Tile* untuk mengeluarkan semua output yang dibutuhkan atau klik *Window* kemudian klik satu-persatu untuk mengeluarkan output tertentu (*Transportationshipments, Final solution table, Marginal cost, Iterations, Shipment with costs, Shipping list*).

3.2.3 Output POM-QM

1. *Transportation Shipments*

transportasion solution

Optimal cost = $418940	A	B	C	D	E	F	G
KUDUS		297	108		314		123
DEMAK	285		179	306			
PATI						363	150
Dummy							2

Interpretasi:

Source 1 = Pabrik Kudus Destination A, B, C, D, E, F, G

Source 2 = Pabrik Demak

Source 3 = Pabrik Pati

a. Pabrik yang berlokasi di Kudus harus mengirim sebanyak 297 sak ke gudang B, 108 sak ke gudang C, 314 sak ke gudang E, 123 sak ke gudang G .

b. Pabrik yang berlokasi di Demak harus mengirim 285 sak ke gudang A, 179 sak kegudang C, 306 sak ke gundang D.

c. Pabrik yang berlokasi di Pati harus mengirim 363 sak ke gudang F, 150 sak ke gudang G.

d. Dengan pengalokasian tersebut maka akan diperoleh biaya transportasi yang optimal yaitu sebesar Rp. 418.940.

2. *Marginal Cost*

transportasion solution							
	A	B	C	D	E	F	G
KUDUS	450			20		680	
DEMAK		30			30	260	420
PATI	660	240	250	270	240		
Dummy	30	90	80	90	90	170	

Interpretasi :

Marginal Cost merupakan tambahan biaya yang terjadi apabila kita mengalokasikan tidak sesuai dengan *table solution.*

3. *Final Solution Table*

transportasion solution							
	A	B	C	D	E	F	G
KUDUS	[450]	297	108	[20]	314	[680]	123
DEMAK	285	[30]	179	306	[30]	[260]	[420]
PATI	[660]	[240]	[250]	[270]	[240]	363	150
Dummy	[30]	[90]	[80]	[90]	[90]	[170]	2

Interpretasi:

a. Warna biru menunjukkan pabrik dan tujuan yang dipilih untuk mengirimkan tepung terigu dengan biaya yang telah tersebut.

b. Warna pink menunjukkan pabrik dan tujuan yang tidak dipilih untuk mengirimkan tepung terigu dengan biaya yang telah tersebut.

4. *Iterations*

transportasion solution

	A	B	C	D	E	F	G
Iteration 1							
KUDUS	(450)	297	231	(20)	314	(260)	(-420)
DEMAK	283	(30)	56	306	(30)	(-160)	125
PATI	(1080)	(660)	(670)	(690)	(660)	363	150
Dummy	2	(60)	(50)	(60)	(60)	(-280)	(-450)
Iteration 2							
KUDUS	(450)	297	231	(20)	314	(260)	(-420)
DEMAK	285	(30)	56	306	(30)	(-160)	123
PATI	(1080)	(660)	(670)	(690)	(660)	363	150
Dummy	(450)	(510)	(500)	(510)	(510)	(170)	2
Iteration 3							
KUDUS	(450)	297	108	(20)	314	(680)	123
DEMAK	285	(30)	179	306	(30)	(260)	(420)
PATI	(660)	(240)	(250)	(270)	(240)	363	150
Dummy	(30)	(90)	(80)	(90)	(90)	(170)	2

Interpretasi :

Pada tabel iterasi tampak bahwa iterasi terjadi sebanyak 3 kali. Hal tersebut berarti untuk mencapai kombinasi angka optimum yaitu kapasitas maximum dengan biaya paling minimum diperlukan 3 kali langkah komputasi. Iterasi berhenti sampai tabel ketiga karena nilai biaya tambahannya sudah menunjukan positif semua.

5. *Shipments With Costs*

trans

	A	B	C	D	E	F	G
KUDUS		297/$44550	108/$17280		314/$47100		123/$29520
DEMAK	285/$85500		179/$44750	306/$73440			
PATI						363/$36300	150/$40500
Dummy							2/$0

Interpretasi :

a. Pabrik yang berlokasi di Kudus harus mengirim sebanyak 297 sak ke gudang B dengan biaya Rp.44550, 108 sak ke gudang C dengan biaya Rp.17280, 314 sak ke gudang E dengan biaya Rp.47100, 123 sak ke gudang G dengan biaya Rp.29520.

b. Pabrik yang berlokasi di Demak harus mengirim 285 sak ke gudang A dengan biaya Rp.85500, 179 sak kegudang C dengan biaya Rp.44750, 306 sak ke gundang D dengan biaya Rp.73440.

c. Pabrik yang berlokasi di Pati harus mengirim 363 sak ke gudang F dengan biaya Rp.36300, 150 sak ke gudang G dengan biaya Rp.40500.

6. *Shipping List*

From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
KUDUS	B	297	150	44550
KUDUS	C	108	160	17280
KUDUS	E	314	150	47100
KUDUS	G	123	240	29520
DEMAK	A	285	300	85500
DEMAK	C	179	250	44750
DEMAK	D	306	240	73440
PATI	F	363	100	36300
PATI	G	150	270	40500
Dummy	G	2	0	0

Interpretasi :

1. Jumlah muatan dari pabrik di Kudus ke gudang B sebanyak 297 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 150 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 44550.
2. Jumlah muatan dari pabrik di Kudus ke gudang C sebanyak 108 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 160 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 17280
3. Jumlah muatan dari pabrik di Kudus ke gudang E sebanyak 314 sak dengan biaya per unit Rp. 150 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 47100.
4. Jumlah muatan dari pabrik di Kudus ke gudang G sebanyak 123 sak dengan biaya per unit Rp. 240 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 29520.
5. Jumlah muatan dari pabrik di Demak ke gudang A sebanyak 285 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 300 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 85500.
6. Jumlah muatan dari pabrik di Demak ke gudang C sebanyak 179 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 250 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 44750.

7. Jumlah muatan dari pabrik di Demak ke gudang D sebanyak 306 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 240 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 73440.
8. Jumlah muatan dari pabrik di Pati ke gudang F sebanyak 363 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 100 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 36300
9. Jumlah muatan dari pabrik di Pati ke gudang G sebanyak 150 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 270 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 40500

3.3 Antrian

Pada modul praktikum penerapan metode antrian, praktikan menggunakan sofwere POM-QM dimana data yang di amati adalah sistem antrian loket parkir Universitas Pamulang

3.3.1. Pengumpulan data

Table 2. Data pengamatan di parkitan Univ Oamulang

No	Waktu Kedatangan	Waktu Antar Kedatangan (Detik)	Waktu Dilayani	Waktu Selesai	Waktu Pelayanan (Detik)
1	19:37:15	0	19:37:15	19:37:23	8
2	19:37:53	38	19:37:53	19:38:01	9
3	19:38:13	20	19:38:13	19:38:20	7
4	19:39:30	77	19:39:30	19:39:40	10
5	19:39:52	22	19:39:52	19:40:01	9
6	19:40:05	13	19:40:05	19:40:15	10
7	19:40:32	27	19:40:32	19:40:39	7
8	19:40:35	3	19:40:39	19:40:47	8
9	19:41:05	30	19:41:05	19:41:20	15
10	19:41:22	17	19:41:22	19:41:35	13
11	19:42:05	43	19:42:05	19:42:12	7
12	19:43:11	66	19:43:11	19:43:25	14
13	19:43:34	23	19:43:34	19:43:46	12
14	19:43:40	6	19:43:46	19:43:57	9
15	19:43:47	7	19:43:57	19:44:08	11
16	19:44:37	50	19:44:37	19:44:49	12
17	19:45:19	42	19:45:19	19:45:37	16
18	19:45:34	15	19:45:37	19:45:45	8
19	19:46:05	31	19:46:05	19:46:15	10
20	19:46:24	19	19:46:24	19:46:33	7
21	19:46:31	7	19:46:33	19:46:41	8
22	19:47:08	37	19:47:08	19:47:18	10
23	19:47:14	6	19:47:18	19:47:25	7
24	19:47:21	7	19:47:25	19:47:37	12
25	19:48:06	45	19:48:06	19:48:15	9
26	19:48:22	16	19:48:15	19:48:26	11
27	19:48:24	2	19:48:26	19:48:36	10
28	19:48:42	18	19:48:42	19:48:44	12
29	19:49:04	22	19:49:04	19:49:14	10
30	19:49:16	12	19:49:16	19:49:25	9
31	19:49:29	13	19:49:29	19:49:39	10

32	19:49:45	16	19:49:45	19:49:53	8
33	19:49:49	4	19:49:53	19:50:05	12
34	19:50:18	29	19:50:18	19:50:28	10
35	19:50:25	7	19:50:28	19:50:36	8
36	19:50:37	12	19:50:37	19:50:45	8
37	19:50:41	4	19:50:45	19:50:55	10
38	19:51:11	30	19:51:11	19:51:21	10
39	19:51:15	4	19:51:21	19:51:30	9
40	19:51:27	12	19:51:30	19:51:31	11
41	19:51:35	8	19:51:35	19:51:45	10
42	19:51:38	3	19:51:45	19:51:54	9
43	19:51:41	3	19:51:54	19:52:05	11
44	19:52:25	44	19:52:25	19:52:35	10
45	19:52:33	8	19:52:35	19:52:43	8
46	19:52:41	8	19:52:43	19:52:55	12
47	19:53:05	24	19:53:05	19:53:16	11
48	19:53:24	19	19:53:24	19:53:35	9
49	19:54:02	38	19:54:02	19:54:11	9
50	19:54:38	36	19:54:38	19:54:52	14
Jumlah		**1043**	**Jumlah**		**499**

Pengamatan dilakukan di parkiran UNIV PAMULANG Hari Jum'at Tanggal 4 Desember 2021 jam 19.37 s/d 19.55.

Perhitungan rata-rata laju kedatangan motor :

Diket :

- Jumlah motor = 50 motor
- Jumlah WAD = 1043 detik
- 1 jam = 3600 detik

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah motor}}{\text{Jumlah WAD}} \times 3600 \text{ detik/jam}$$

$$\lambda = \frac{50 \text{ motor}}{1043 \text{ detik}} \times 3600 \text{ detik/jam}$$

$$\lambda = 172{,}57 \text{ motor/jam}$$

Perhitungan rata-rata peayanan motor

$$\mu = \frac{\text{Jumlah motor}}{\text{Jumlah WAD – Jumlah waktu pelayanan}} \text{ X 3600detik/jam}$$

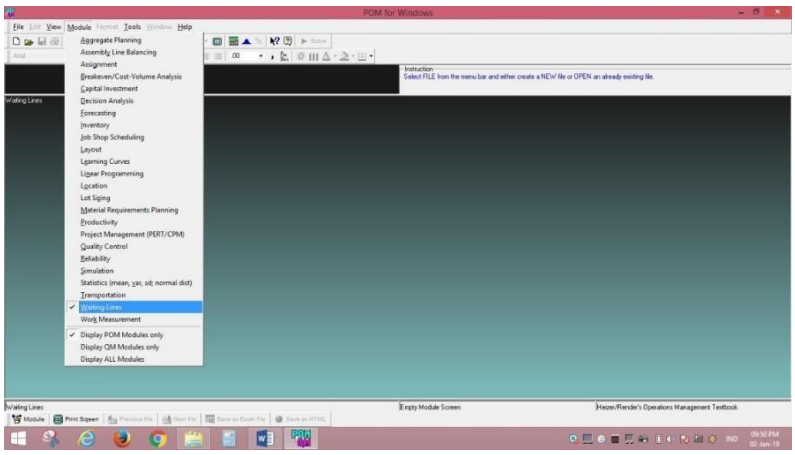
$$\mu = \frac{\text{50 motor}}{\text{1043 detik – 499 detik}} \text{ X 3600 detik/jam}$$

$$\mu = 330{,}88 \text{ motor/jam}$$

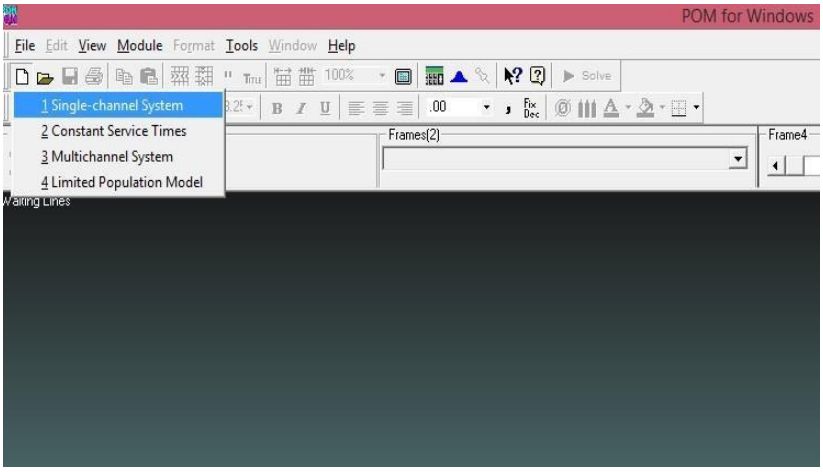
Gaji yang diberikan pada petugas parkir adalah Rp. 5.000/jam. Diketahui biaya menunggu dalam antrian untuk setiap sepeda motor Rp. 25/menit = Rp.1500/jam.

3.3.2 Pengolahan data

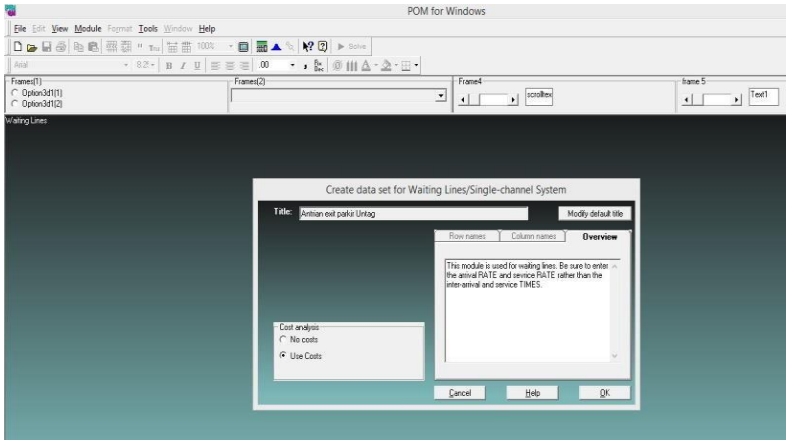
1. Pilih *Module - Waiting Lines*.



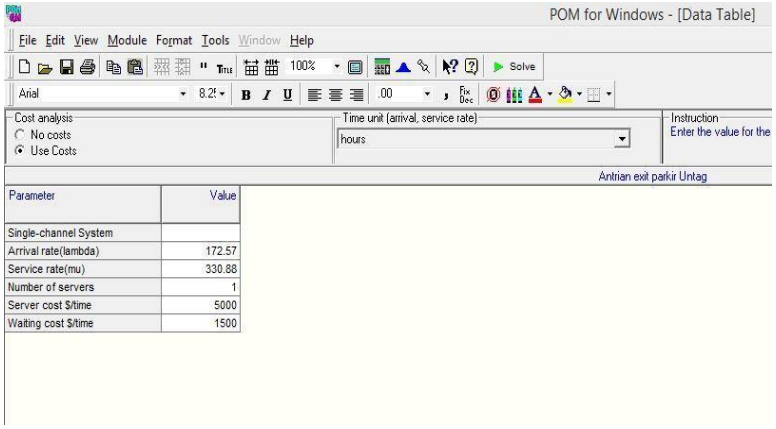
2. Pilih menu *File – New – 1 Single-chanel system.*



3. Isi title : ‘’Antrian Sepeda Motor’’. Pilih bagian *cost analysis – klik use cost –* klik OK.



4. Isi data sesuai dengan data pengamatan.

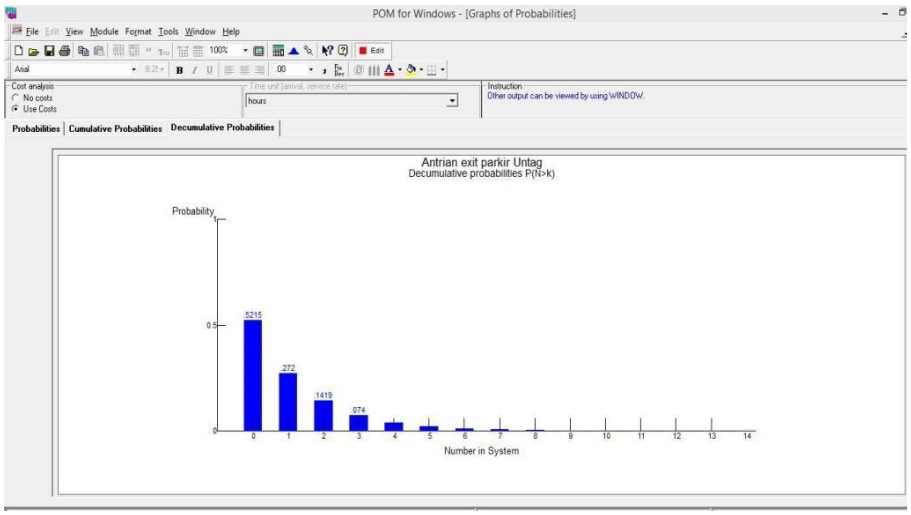


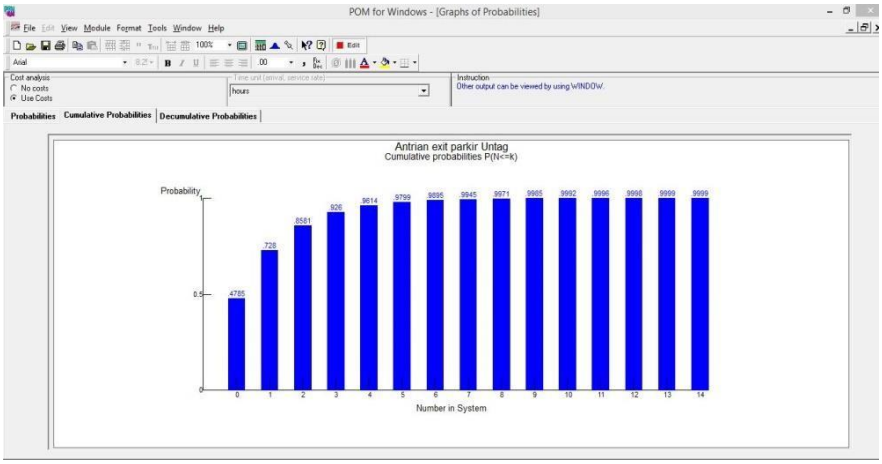
Parameter	Value
Single-channel System	
Arrival rate(lambda)	172.57
Service rate(mu)	330.88
Number of servers	1
Server cost $/time	5000
Waiting cost $/time	1500

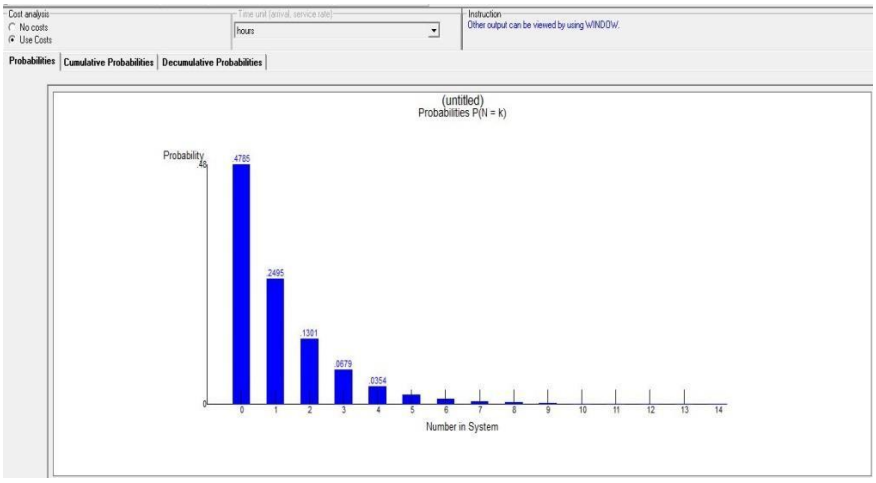
5. Klik menu *File – Solve*.

3.3.3 Output POM-QM

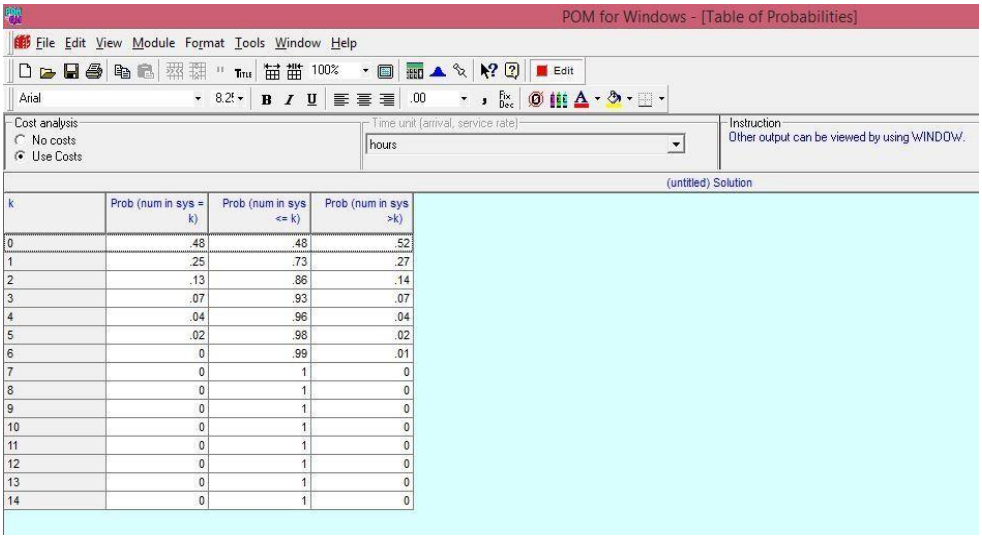
1. Graphs of Probabilities





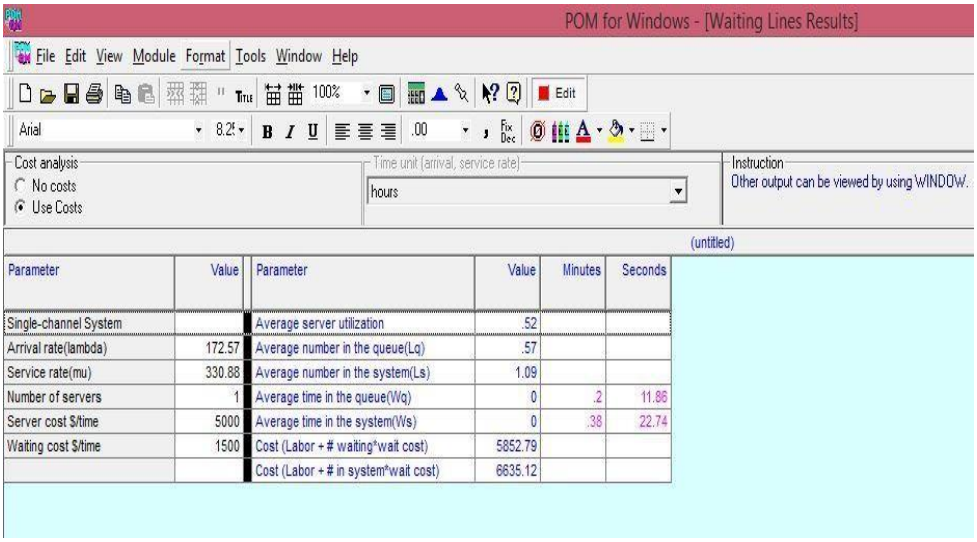


2. Table of Probabilities



k	Prob (num in sys = k)	Prob (num in sys <= k)	Prob (num in sys >k)
0	.48	.48	.52
1	.25	.73	.27
2	.13	.86	.14
3	.07	.93	.07
4	.04	.96	.04
5	.02	.98	.02
6	0	.99	.01
7	0	1	0
8	0	1	0
9	0	1	0
10	0	1	0
11	0	1	0
12	0	1	0
13	0	1	0
14	0	1	0

3. Waiting Line Result



Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
Single-channel System		Average server utilization	.52		
Arrival rate(lambda)	172.57	Average number in the queue(Lq)	.57		
Service rate(mu)	330.88	Average number in the system(Ls)	1.09		
Number of servers	1	Average time in the queue(Wq)	0	.2	11.86
Server cost $/time	5000	Average time in the system(Ws)	0	.38	22.74
Waiting cost $/time	1500	Cost (Labor + # waiting*wait cost)	5852.79		
		Cost (Labor + # in system*wait cost)	6635.12		

3.3.4. Analisa Output Uji POM – QM

Dari *output waiting lines* diketahui jika tingkat utilisasi atau tingkat kesibukan petugas loket (ρ) sebesar 0,52 atau 52%. Rata-rata jumlah motor dalam antrian (Lq) yaitu 0,57 motor. Rata-rata jumlah motor dalam sistem (Ls) yaitu sebesar 1,09 motor. Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh motor untuk menunggu dalam antrian (Wq) yaitu : 0,2 menit / 11,88 detik. Waktu rata-rata yang dihabiskan seorang konsumen dalam sitem (Ws) yaitu : 0,38 menit / 22,74 detik

Hasil perhitungan dengan menggunakan analisis sistem analisis sistem antrian yang disesuaikan dengan model antrian yang saat ini diterapkan menunjukkan hasil yang sudah baik, hal ini diindikasikan dengan lamanya waktu terpanjang yang dibutuhkan oleh sebuah motor dalam antrian yaitu sebesar 0,2 menit.

Berdasarkan kesimpulan diatas, kinerja sistem antrian yang ada pada bagian pada loket parkiran sudah optimal.

BAB IV

KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

1. Linear Programming

Pada *liniear programing result*, terlihat bahwa solusi untuk kasus ini adalah X1 sebesar 0 untuk Paving Multi Block dan X2 sebesar 1.67 untuk paving Segi Enam. Keuntungan maksimal yang bisa didapat sebesar ± Rp 166.666.

2. Transportasi

Untuk mendapatkan biaya minimum transportasi dari pabrik ke gudang, berikut aturan yang harus digunakan berdasarkan perhitungan menggunakan software POM-QM

From	To	Shipment	Cost per unit	Shipment cost
KUDUS	B	297	150	44550
KUDUS	C	108	160	17280
KUDUS	E	314	150	47100
KUDUS	G	123	240	29520
DEMAK	A	285	300	85500
DEMAK	C	179	250	44750
DEMAK	D	306	240	73440
PATI	F	363	100	36300
PATI	G	150	270	40500
Dummy	G	2	0	0

a. Jumlah muatan dari pabrik di Kudus ke gudang B sebanyak 297 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 150 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 44550.
b. Jumlah muatan dari pabrik di Kudus ke gudang C sebanyak 108 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 160 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 17280
c. Jumlah muatan dari pabrik di Kudus ke gudang E sebanyak 314 sak dengan biaya per unit Rp. 150 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 47100.
d. Jumlah muatan dari pabrik di Kudus ke gudang G sebanyak 123 sak dengan biaya per unit Rp. 240 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 29520.
e. Jumlah muatan dari pabrik di Demak ke gudang A sebanyak 285 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 300 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 85500.

f. Jumlah muatan dari pabrik di Demak ke gudang C sebanyak 179 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 250 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 44750.
g. Jumlah muatan dari pabrik di Demak ke gudang D sebanyak 306 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 240 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 73440.
h. Jumlah muatan dari pabrik di Pati ke gudang F sebanyak 363 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 100 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 36300
i. Jumlah muatan dari pabrik di Pati ke gudang G sebanyak 150 sak dengan biaya per unit sebesar Rp. 270 maka total biaya yang dikeluarkan sebanyak Rp. 40500

j. ***Total biaya keseluruhan adalah Rp 418890***

3. Antrian

Hasil perhitungan dengan menggunakan analisis sistem analisis sistem antrian yang disesuaikan dengan model antrian yang saat ini diterapkan pada Parkiran UNTAG menunjukkan hasil yang sudah baik, hal ini diindikasikan dengan lamanya waktu terpanjang yang dibutuhkan oleh sebuah motor dalam antrian yaitu sebesar 0,2 menit.

Berdasarkan kesimpulan diatas, kinerja sistem antrian yang ada pada bagian pada loket parkiran sudah optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Dwijanto. (2008). *Riset Operasi*. Karisma

Hartanto, S. (2005). *Optimasi Pemilihan Lahan Pertanian Pada Kabupaten Bondowoso yang Bertujuan Untuk Meningkatkan Laba Menggunakan Linear Programming*. Petra Christian University, Surabaya.

Kusrini. (2005). *Sistem Pendukung Keputusan Untuk Mencari Keuntungan Maksimal Pada Perusahaan Tembikar Dengan Menggunakan Metode Simpleks*. STMIK AMIKOM, Yogyakarta.

Mulyono, S. (2004). *Riset Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.

Pangalajo. (2009). *Pengertian Linear Programming*. FMIPA Universitas Indonesia, Depok.

Sarjon , H (2010). Aplikasi Riset Operasi. Jakarta: Salemba Empat.

Widyastuti, D E. Ratnasari E. Yulistiani.(2014), Modul Pratikum Operation Reaserch (OR).