

# OPTIMASI BIAYA OPERASIONAL MRT JAKARTA FASE I MENGUNAKAN METODE VOGEL APPROXIMATION DENGAN SOFTWARE POM-QM FOR WINDOWS

Kartika Setiawati<sup>1)</sup>, Andi Tenrisuki Tenriajeng<sup>2)</sup>

<sup>1, 2)</sup>Universitas Gunadarma, Jl Margonda Raya, Pondok Cina, Depok  
Email: [kartika.setiawati85@gmail.com](mailto:kartika.setiawati85@gmail.com)<sup>1)</sup>, [tenriajeng78@yahoo.com](mailto:tenriajeng78@yahoo.com)<sup>2)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v11i2.512>

(Received: April 2021 / Revised: July 2021 / Accepted: September 2021)

## Abstrak

Operasional MRT Jakarta pada saat pertama kali dioperasikan berjalan dengan lancar dan diharapkan kondisi ini akan terus optimal sampai jangka panjang dan memiliki biaya operasional yang efisien. PT MRT Jakarta sebagai perusahaan penyedia jasa transportasi, merupakan perusahaan distribusi penumpang. Biaya operasional yang efisien dipengaruhi biaya tetap, biaya variable dan biaya perjalanan. Agar operasional MRT Jakarta dapat berjalan secara optimal diperlukannya minimalisasi biaya operasional untuk menunjang biaya lainnya seperti biaya pemeliharaan. Tujuan penelitian yaitu mengetahui biaya operasional MRT Jakarta Fase I, biaya perjalanan, dan jumlah penumpang untuk proses hitung matriks biaya operasional dan mengoptimalkan hasil hitungan matriks biaya dengan menggunakan software POM QM for windows sehingga didapatkan hasil yang minimum. Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan diperoleh hasil optimum biaya operasional sebesar Rp.1.267.110.000.000, biaya tersebut diperoleh dari perhitungan matriks perjalanan. Variabel yang digunakan adalah jumlah penumpang MRT Jakarta Fase I pada tahun 2019-2020, biaya perjalanan dan kapasitas angkut MRT eksisting. Tyonardo mengasumsikan variabel jumlah penumpang yang diperoleh berdasarkan peran area stasiun MRT dan biaya yang memengaruhi operasional dengan modelan finansial. ptimasi biaya POM QM diharapkan dapat menjadi faktor utama dalam menentukan seberapa besar keuntungan yang diperoleh dari PT MRT Jakarta dengan pemberlakuan tariff perjalanan yang sudah berlangsung serta penggunaan software mempermudah dalam mengambil suatu keputusan mengenai biaya operasional dan dapat digunakan untuk monitoring biaya perbulan dan pertahunnya.

Kata Kunci: *Biaya Operasional, MRT Jakarta Fase I, Optimasi, POM QM*

## Abstract

The operation of MRT Jakarta when it was first operated was running smoothly and it is hoped that this condition will continue to be optimal in the long term and have efficient operating costs. PT MRT Jakarta as a transportation service provider company, is a passenger distribution company. Efficient operational costs fixed costs, variable costs and travel expenses. In order for MRT Jakarta operations to run optimally, it requires minimizing operational costs to support other costs such as maintenance costs. The research objective is to monitor the operational costs of MRT Jakarta Phase I, travel costs, and the number of passengers for the calculation of the operational cost matrix and to optimize the calculation of the cost matrix using POM QM software for windows so as to get minimum results. Based on the results of the analysis and discussion, the optimum operational result is Rp. 1,267,110,000,000, the cost is obtained from the travel matrix calculation. The variables used are the number of MRT Jakarta Phase I passengers in

2019-2020, travel costs and the existing MRT transport capacity. Tyonardo assumes a variable number of passengers based on the area of the MRT station and costs that affect operations with financial modeling. The POM QM cost is expected to be a major factor in ensuring that no profit is obtained from PT MRT Jakarta by enacting existing travel rates and using software in making decisions about operational costs and can be used to monitor monthly and yearly costs.

Keyword: *Operational Costs, MRT Jakarta Phase I, Optimization, POM QM*

## 1. Latar Belakang

Operasional Moda Raya Terpadu Jakarta pada saat pertama kali dioperasikan berjalan dengan lancar dan diharapkan kondisi ini akan terus optimal sampai jangka panjang dan memiliki biaya operasional yang efisien. PT MRT Jakarta sebagai perusahaan penyedia jasa transportasi yang termasuk kedalam perusahaan distribusi penumpang dimana tingkat penghasilan dari perusahaan ditentukan oleh biaya transportasi dari setiap perjalanan penumpang dari stasiun awal menuju stasiun tujuan. Agar operasional MRT Jakarta dapat berjalan secara optimal diperlukannya minimalisasi biaya operasional untuk menunjang biaya lainnya seperti biaya pemeliharaan.

Kajian terkait yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu (Manurung, 2019) telah menganalisis rute perjalanan distribusi dengan membuat matriks transportasi terlebih dahulu, metode ini dapat digunakan dalam penelitian ini. Matriks transportasi dihitung secara manual kemudian di input kedalam program Production Operation Management Quantitatif Method (POMQM) dengan metode VAM. Menurut (Putra, 2018) Metode VAM (Vogel Approximation Metode) merupakan metode harga ongkos terkecil dapat menimbulkan kemungkinan terhapusnya sel yang lebih baik karena harus meninggalkan baris atau kolom sesuai dengan batasan tersebut dapat memberikan output biaya minimum perjalanan dari masing-masing rute perjalanan distribusi.

Penerapan metode VAM dalam meminimalisasikan biaya transportasi dan distribusi semen Bosowa Wilayah Selatan, bertujuan agar perusahaan dapat mempertahankan dan meningkatkan penjualan serta menekan biaya yang dikeluarkan yang salah satunya adalah biaya transportasi. Salah satu yang cukup berpengaruh terhadap keberhasilan perusahaan dalam menjual produknya adalah masalah distribusi. Berdasarkan hasil hitungan solusi awal pada hitungan manual didapat biaya Rp.33.500.000 diminimalisasikan menjadi RRp. 27.875.000. terjadi penurunan biaya sebesar Rp. 5.625.000 atau 16,9 % sehingga laba/pendapatan perusahaan bertambah dan terlihat bahwa biaya yang telah diolah menggunakan metode VAM dapat lebih optimalkan lagi dengan metode MODI (Fiqransyah, 2019). Menurut (Syarifuddin, 2011) Metode MODI (Modified Distribution) merupakan metode dengan penyelesaian akhir model transportasi untuk mendapat hasil optimal. Hasil tersebut disimpulkan bahwa metode VAM bisa diterapkan.

Kebutuhan pendanaan kegiatan operasional PT.MRT Jakarta menggunakan finansial modeling dan sistem dinamis diuraikan perhitungan potensi pendapatan yang akan diraih berdasarkan tariff dan non tariff terkait rancangan selama operasional berlangsung. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil profit dan biaya operasional yang tidak seimbang di mana biaya operasional tidak dapat tertutupi jika hanya dengan pendapatan tiket saja (Cahayadi, 2012). Tyonardo menghitung biaya operasional MRT berdasarkan asumsi total biaya operasional

pada tahun 2019 sebesar Rp 3,020,317,276,245 sedangkan pendapatan dari tiket sebesar 2.905.132.398.143,36, pendapatan ini bisa berubah seiring banyak atau tidaknya penumpang sifatnya yang tidak tetap tidak sebanding dengan biaya operasionalnya. Tyonardo melakukan penelitian pada tahun 2012 di mana operasional MRT Jakarta belum berlangsung.

Berdasarkan penelitian terdahulu maka dilakukan optimasi biaya operasional dengan data eksisting sesuai dengan operasional yang sudah berlangsung pada bulan maret 2019. Tujuan penelitian untuk mengetahui biaya operasional MRT Jakarta Fase I, biaya perjalanan, dan jumlah penumpang untuk proses hitung matriks biaya operasional dan mengoptimisasikan hasil hitungan matriks biaya menggunakan software POM QM for windows didapatkan hasil yang minimum.

## 2. Metode Penelitian

Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literature, pengumpulan data, pengolahan data, pemodelan serta analisis hasil mengenai optimasi biaya operasional dan pemeliharaan MRT Jakarta Fase I. MRT Jakarta Fase I berlokasi pada provinsi DKI Jakarta. Transportasi ini mencakup wilayah Lebak Bulus – Bundaran HI.

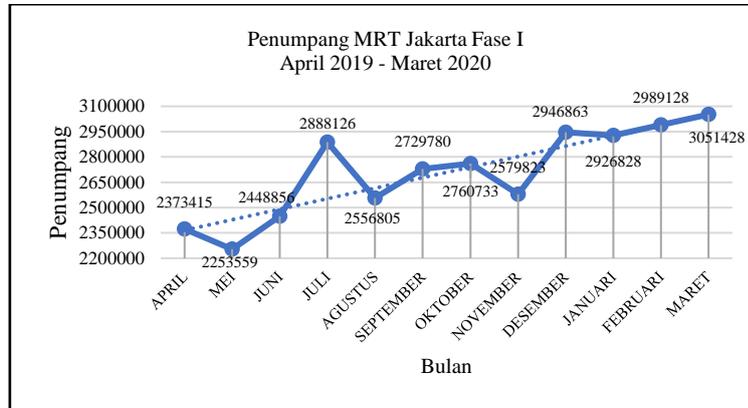
Pengumpulan data adalah data sekunder terdiri dari data teknis dan non teknis. Data teknis berdasarkan (Perhubungan, 2020) MRT terdiri dari Komponen Sistem, Struktur Jalan, Jalur Kereta, dan Stasiun Kereta. Secara garis besar komponen sistem MRT Jakarta terdiri dari:

1. Kereta (*Rollingstock*), Panjang 1 (satu) rangkaian kereta kira-kira 130 meter, terdiri dari 6 gerbong dilengkapi dengan AC, kapasitas penumpang per rangkaian kereta  $\pm 1.800$  pada jam puncak, dengan 7 penumpang/m<sup>2</sup>.
2. Struktur Jalan Kereta Api, Jalan kereta api termasuk rel, bantalan (*sleepers*), pengikat rel (*rail fasteners*), *turnouts*, simpang layang dan *buffer stop*. Sistem lintasan sepur dirancang untuk parameter kendaraan maksimum beban gandar 140 kN, kecepatan maksimum 100 km/jam, dan berat total kereta 318 ton.
3. Jalur KA MRT Jakarta merupakan jalur ganda (*double track*), dengan panjang lintasan 15,74 km dengan panjang lintasan untuk layang 9,954 km; transisi sepanjang 0,990 km dan panjang lintasan untuk bawah tanah 4,796 km.

Tabel 1 Posisi antar stasiun

Kode	Stasiun Layang	Posisi	
NS11	Lebak Bulus	0	Km
NS12	Fatmawati	2,2	Km
NS13	Cipete Raya	3,83	Km
NS14	Haji Nawi	5,14	Km
NS15	Blok A	6,36	Km
NS16	Blok M	7,66	Km
NS17	Sisingamangaraja	8,25	Km
NS18	Senayan	9,78	Km
NS19	Istora	10,61	Km
NS20	Bendungan Hilir	11,89	Km
NS21	Setiabudi	12,66	km
NS22	Dukuh Atas	13,59	km
NS23	Bundaran HI	14,64	km

Data non teknis berdasarkan (MRT, 2010) terdiri dari jumlah penumpang MRT dan tarif perjalanan antar stasiun. Terlihat pada grafik menunjukkan kenaikan jumlah penumpang



Gambar 1 Grafik Jumlah Penumpang April 2019 – Maret 2020

Tarif perjalanan berdasarkan (Perhubungan, 2018) antar stasiun ke stasiun tujuan rincian sebagai berikut

Tabel 2 Tarif perjalanan MRT Jakarta per tahun

No	Stasiun	Kode	Stasiun Tujuan	Kode	Tarif (Rp)
1	Lebak Bulus	LBB	Fatmawati	FTM	3.000
2	Fatmawati	FTM	Cipete	CPR	4.000
3	Cipete	CPR	H. Nawi	HJN	5.000
4	H. Nawi	HJN	Blok A	BLA	6.000
5	Blok A	BLA	Blok M	BLM	7.000
6	Blok M	BLM	Sisingamaraja	ASN	8.000
7	Sisingamaraja	ASN	Senayan	SNY	9.000
8	Senayan	SNY	Istora	IST	10.000
9	Istora	IST	Benhil	BHN	11.000
10	Benhil	BHN	Setiabudi	STB	12.000
11	Setiabudi	STB	Dukuh Atas	DKA	13.000
12	Dukuh Atas	DKA	Bundaran HI	BI	14.000
13	Bundaran HI	BI	Lebak Bulus	LBB	14.000

Pengolahan data yang dilakukan terdiri atas pengolahan data dengan metode Transportasi. Menurut (Putra, 2018) masalah transportasi berkaitan dengan mengoptimalkan distribusi sumberdaya tersebut sehingga mendapatkan hasil atau biaya yang optimal.

Optimalisasi data yang diperoleh dari PT MRT Jakarta yang ditampilkan dalam bentuk tabel tujuannya untuk meringkas dan menyajikan data dengan lebih jelas sehingga peneliti dan pembaca mudah memahami isi penelitian ini.

Berikut penyajian data dalam bentuk Tabel 3 menjelaskan pola matriks tarif perjalanan antar stasiun dengan kapasitas dan jumlah penumpang.

Tabel 3 Pola matriks tarif perjalanan dengan kapasitas dan jumlah penumpang

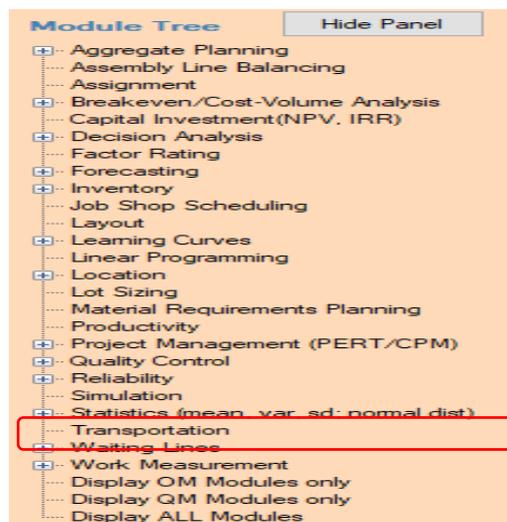
Sts.	LBB	FTM	CPR	HJN	BLA	BLM	ASN	SNY	IST	BNH	STB	DKA	BI	Kap. MRT
LBB	90000	120000	150000	180000	210000	240000	270000	300000	330000	360000	390000	420000	420000	1083000
FTM	120000	90000	120000	150000	180000	210000	210000	270000	270000	300000	330000	360000	390000	1083000
CPR	150000	120000	90000	90000	120000	150000	180000	210000	240000	270000	270000	300000	330000	1083000
HJN	180000	150000	90000	90000	90000	120000	150000	180000	210000	240000	240000	270000	300000	1083000
BLA	210000	180000	120000	90000	90000	90000	120000	150000	180000	210000	210000	240000	270000	1083000
BLM	240000	210000	150000	120000	90000	90000	90000	120000	150000	180000	180000	210000	240000	1083000
ASN	270000	210000	180000	150000	120000	90000	90000	90000	120000	150000	180000	210000	210000	1083000
SNY	300000	270000	210000	180000	150000	120000	90000	90000	90000	120000	120000	150000	180000	1083000
IST	330000	270000	240000	210000	180000	120000	120000	90000	90000	90000	90000	120000	150000	1083000
BNH	360000	300000	240000	240000	210000	150000	150000	120000	90000	90000	90000	90000	120000	1083000
STB	390000	330000	270000	240000	210000	180000	180000	120000	90000	90000	90000	90000	120000	1083000
DKA	420000	360000	300000	270000	240000	210000	210000	150000	120000	90000	90000	90000	90000	1083000
BI	420000	390000	330000	300000	270000	240000	210000	180000	150000	120000	120000	90000	90000	1083000
Demand	2373415	2253559	2448856	2888126	2556805	2729780	2729780	2760733	2579823	2946863	2926828	2989128	3051428	

Perhitungan pemodelan dilakukan menggunakan software POM-QM dengan memasukan matriks transportasi kedalam software dengan tujuan minimum kan biaya dengan metode vogel aproximation. Serta melakukan perhitungan manual menggunakan perhitungan PP no 17 tahun 2018 dengan data aktual.

Analisa data hasil perhitungan software POM QM di bandingkan dengan hasil hitung peneliti terdahulu dengan mengamsikan jumlah pengguna dan tarif perjalanan, serta hasil hitung manual PP no 17 tahun 2018. Dari analisa tersebut dapat menjadi bahan pembahasan untuk mengetahui oprimalisasi biaya operasional prediksi dengan actual menggunakan perhitungan manual dan software.

### 3. Hasil dan Pembahasan

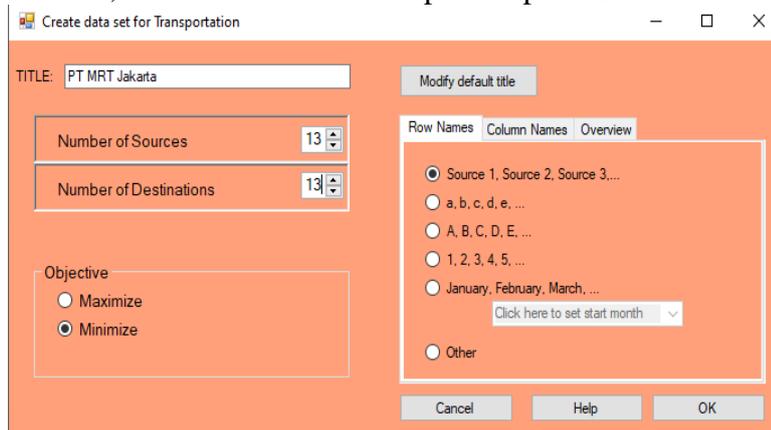
Pada prinsipnya untuk menyelesaikan masalah kuantitatif yang berhubungan dengan operasi Riset dapat digunakan berbagai software analisis, diantaranya POM QM. (Rahayu & Arifudin, 2020).



Gambar 2 Tampilan Menu Utama Module Tree – Pemodelan Transportasi

POM QM merupakan program komputer untuk memecahkan masalah-masalah Metode Kuantitatif, Manajemen Sains dan Riset Operasi. Tabel matriks tarif perjalanan yang sudah dibuat diinput kedalam program, berikut langkah input data kedalam software POM QM:

1. Buka *software* POM-QM *for windows*
2. Kemudian pada menu utama *Module Tree* pilih menu *Transportaion* seperti diperlihatkan pada Gambar 2.
3. Pilih *File-New*, maka akan muncul tampilan seperti Gambar 3:



Gambar 3 Tampilan Creat Data Set untuk Pemodelan Transportasi

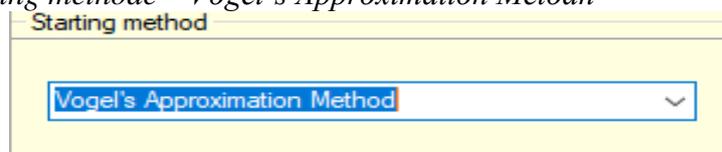
Isi data sesuai dengan tabel matriks tarif perjalanan dengan judul PT MRT Jakarta number *series* dan *destination* sesuai dengan jumlah stasiun masing masing 13, fungsi utama optimalisasi adalah meminimumkan biaya maka pilih *objective – minimum*, *Row name – source* 1, 2, 3 dapat di rename sesuai dengan nama stasiun

4. Kemudian klik *OK* sehingga muncul tampilan inputan seperti Gambar 4.

	LBB	FTM	CPR	HJN	BLA	BLM	ASN	SNY	IST	BHN	STB	DKA	BI	SUPPLY
LBB	90000	120000	150000	180000	210000	240000	270000	300000	330000	360000	390000	420000	420000	1083000
FTM	120000	90000	120000	150000	180000	210000	210000	270000	270000	300000	330000	360000	390000	1083000
CPR	150000	120000	90000	90000	120000	150000	180000	210000	240000	270000	270000	300000	330000	1083000
HJN	180000	150000	90000	90000	90000	120000	150000	180000	210000	240000	240000	270000	300000	1083000
BLA	210000	180000	120000	90000	90000	90000	120000	150000	180000	210000	210000	240000	270000	1083000
BLM	240000	210000	150000	120000	90000	90000	90000	120000	150000	180000	180000	210000	240000	1083000
ASN	270000	210000	180000	150000	120000	90000	90000	90000	120000	150000	180000	210000	210000	1083000
SNY	300000	270000	210000	180000	150000	120000	90000	90000	90000	120000	120000	150000	180000	1083000
IST	330000	270000	240000	210000	180000	120000	120000	90000	90000	90000	90000	120000	150000	1083000
BHN	360000	300000	240000	240000	210000	150000	150000	120000	90000	90000	90000	90000	120000	1083000
STB	390000	330000	270000	240000	210000	180000	180000	120000	90000	90000	90000	90000	120000	1083000
DKA	420000	360000	300000	270000	240000	210000	210000	150000	120000	90000	90000	90000	90000	1083000
BI	420000	390000	330000	300000	270000	240000	210000	180000	150000	120000	120000	90000	90000	1083000
DEMAND	2373415	2253559	2448656	2686126	2556805	2729780	2729780	2767733	2579823	2946863	2926826	2899126	3051428	

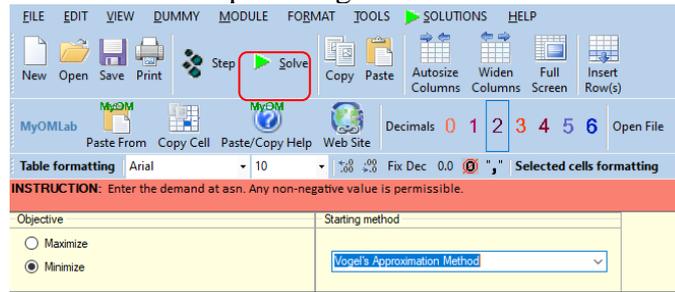
Gambar 4 Tampilan matriks transportasi Software POM-QM for Windows

5. Pilih *starting method – Vogel’s Approximation Method*



Gambar 5 Tampilan starting metode Vogel approximation method

6. Klik Solve untuk memproses perhitungan



Gambar 6 Tampilan ikon menu solve

7. Hasil Hitung POM QM

1000 Solution solution value = \$126711000000	LBB	FTM	CPR	HJN	BLA	BLM	ASN	SNY	IST	BHN	STB	DKA	BI
LBB	1083000												
FTM		1083000											
CPR			1083000										
HJN				1083000									
BLA					1083000								
BLM						1083000							
ASN							1083000						
SNY								1083000					
IST									1083000				
BHN										1083000			
STB											258872	823128	
DKA												1083000	
BI													1083000
Dummy	1290415	1170559	282856	1805126	1473805	1646780	1646780	2760733	2579823	2948863	500896		3051427

Gambar 7 Tampilan transportation result

Pendistribusian penumpang sebanyak 1.083.000 pada Stasiun HJN- Stasiun CPR dengan *dummy* 1.290.415, Stasiun BLA–Stasiun HJN dengan *dummy* 1.170559, Stasiun BLM – Stasiun BLA dengan *dummy* 2.828.856, Stasiun ASN – Stasiun BLM dengan *dummy* 1.805.7126, Stasiun SYN–Stasiun ASN dengan *dummy* 1.473.805, Stasiun IST–Stasiun STB dengan *dummy* 1.646.780 Stasiun BHN – Stasiun STB dengan *dummy* 1.646.780. Dengan pendistribusian penumpang tersebut maka akan diperoleh biaya transportasi yang optimal yaitu sebesar Rp. 1.267.110.000.000. Muncul nilai *dummy* dikarenakan jumlah penumpang (permintaan) lebih besar dengan jumlah kapasitas penumpang maka terdapat nilai sisa pada kolom

	LBB	FTM	CPR	HJN	BLA	BLM	ASN	SNY	IST	BHN	STB	DKA	BI
LBB			30000	60000	90000	120000	150000	180000	210000	240000	270000	300000	330000
FTM		30000		30000	60000	90000	120000	180000	180000	210000	240000	270000	300000
CPR		60000	30000		0	30000	60000	90000	120000	150000	180000	210000	240000
HJN		90000	60000		0	30000	60000	90000	120000	150000	150000	180000	210000
BLA		120000	90000	30000		0	0	30000	60000	90000	120000	120000	180000
BLM		150000	120000	60000	30000		0	0	30000	60000	90000	90000	120000
ASN		180000	120000	90000	60000	30000		0	0	30000	60000	90000	120000
SNY		210000	180000	120000	90000	60000	30000		0	0	30000	30000	60000
IST		240000	180000	150000	120000	90000	30000	30000		0	0	0	30000
BHN		270000	210000	150000	120000	90000	60000	60000	30000		0	0	30000
STB		300000	240000	180000	150000	120000	90000	90000	30000	0		0	30000
DKA		330000	270000	210000	180000	150000	120000	120000	60000	30000	0		0
BI		330000	300000	240000	210000	180000	150000	120000	90000	60000	30000	30000	
Dummy													0

Gambar 8 Tampilan hasil hitung marginal cost

Marginal cost atau tambahan biaya yang terjadi apabila pendistribusian penumpang tidak sesuai dengan tabel solusi. Berdasarkan tampilan, diketahui tambahan biaya dikeluarkan sebesar Rp. 30.000 dari stasiun awal st. LBB menuju stasiun FTM (Karena pada tabel *solution* stasiun LBB ke stasiun FTM tidak sama sekali mendistribusikan penumpang. Demikian selanjutnya akan terjadi tambahan biaya sebesar nilai *marginal cost* apabila kita mendistribusikan tidak sesuai dengan tabel solusi.

	LBB	FTM	CPR	HJN	BLA	BLM	ASN	SNY	IST	BHN	STB	DKA	BI
Iteration 1													
LBB	(-240000)	(-210000)	(-180000)	(-150000)	(-120000)	(-90000)	(-60000)	(-30000)	1083000	(0)	(30000)	(30000)	(0)
FTM	(-150000)	(-180000)	(-150000)	(-120000)	(-90000)	(-60000)	(-60000)	(0)	1081754	1246	(30000)	(30000)	(30000)
CPR	(-90000)	(-120000)	(-150000)	(-150000)	(-120000)	(-90000)	(-60000)	(-30000)	(0)	1083000	(0)	(0)	(0)
HJN	(-30000)	(-60000)	(-120000)	(-120000)	(-120000)	(-90000)	(-60000)	(-30000)	(0)	779617	303383	(0)	(0)
BLA	(30000)	(0)	(-60000)	(-90000)	(-90000)	(-90000)	(-60000)	(-30000)	(0)	(0)	1083000	(0)	(0)
BLM	(90000)	(60000)	(0)	(-30000)	(-60000)	(-60000)	(-60000)	(-30000)	(0)	(0)	1083000	(0)	(0)
ASN	(150000)	(90000)	(60000)	(30000)	(0)	(-30000)	(-30000)	(-30000)	(0)	1083000	(30000)	(30000)	(0)
SNY	(210000)	(180000)	(120000)	(90000)	(60000)	(30000)	(0)	(0)	(0)	(0)	457445	625555	(0)
IST	(270000)	(210000)	(180000)	(150000)	(120000)	(90000)	(60000)	(30000)	(30000)	(0)	(0)	1083000	(0)
BHN	(330000)	(270000)	(210000)	(210000)	(180000)	(120000)	(120000)	(90000)	(60000)	(30000)	(30000)	1083000	(0)
STB	(360000)	(300000)	(240000)	(210000)	(180000)	(150000)	(150000)	(90000)	(60000)	(30000)	(30000)	197573	865427
DKA	(420000)	(360000)	(300000)	(270000)	(240000)	(210000)	(210000)	(150000)	(120000)	(60000)	(60000)	(30000)	1083000
BI	(420000)	(380000)	(330000)	(300000)	(270000)	(240000)	(210000)	(180000)	(150000)	(90000)	(30000)	(30000)	1083000
Dummy	2373415	2253559	2448856	2888126	2556805	2729780	2729780	2760733	415069	(-30000)	(-30000)	(-60000)	(-90000)

Gambar 9 Tampilan hasil hitung iteration ke1

	LBB	FTM	CPR	HJN	BLA	BLM	ASN	SNY	IST	BHN	STB	DKA	BI
Iteration 21													
LBB	1083000	(30000)	(60000)	(90000)	(120000)	(150000)	(180000)	(210000)	(240000)	(270000)	(300000)	(330000)	(330000)
FTM	(30000)	1083000	(30000)	(60000)	(90000)	(120000)	(120000)	(180000)	(180000)	(210000)	(240000)	(270000)	(300000)
CPR	(60000)	(30000)	1083000	(0)	(30000)	(60000)	(90000)	(120000)	(150000)	(180000)	(180000)	(210000)	(240000)
HJN	(90000)	(60000)	1083000	(0)	(0)	(30000)	(60000)	(90000)	(120000)	(150000)	(150000)	(180000)	(210000)
BLA	(120000)	(90000)	(30000)	1083000	(0)	(0)	(30000)	(60000)	(90000)	(120000)	(120000)	(150000)	(180000)
BLM	(150000)	(120000)	(60000)	(30000)	1083000	(0)	(0)	(30000)	(60000)	(90000)	(90000)	(120000)	(150000)
ASN	(180000)	(120000)	(90000)	(60000)	(30000)	1083000	(0)	(0)	(30000)	(60000)	(90000)	(120000)	(120000)
SNY	(210000)	(180000)	(120000)	(90000)	(60000)	(30000)	1083000	(0)	(0)	(30000)	(30000)	(60000)	(90000)
IST	(240000)	(180000)	(150000)	(120000)	(90000)	(30000)	(30000)	(0)	(0)	(0)	1083000	(30000)	(60000)
BHN	(270000)	(210000)	(150000)	(150000)	(120000)	(60000)	(60000)	(30000)	(0)	(0)	1083000	(0)	(30000)
STB	(300000)	(240000)	(180000)	(150000)	(120000)	(90000)	(90000)	(30000)	(0)	(0)	258872	829128	(30000)
DKA	(330000)	(270000)	(210000)	(180000)	(150000)	(120000)	(120000)	(60000)	(30000)	(0)	(0)	1083000	(0)
BI	(330000)	(300000)	(240000)	(210000)	(180000)	(150000)	(120000)	(90000)	(60000)	(30000)	(30000)	1083000	(0)
Dummy	1290415	1170559	282856	1805126	1473805	1646780	1646780	2760733	2578023	2948863	500956	(0)	3051427

Gambar 10 Tampilan hasil hitung iteration ke 21

Menurut (Marzuki, 2015) Iterasi merupakan tahapan perhitungan yang dilakukan secara berulang hingga diperoleh solusi optimal. Solusi optimal terjadi sebanyak 21 iterations. Hal tersebut menunjukan untuk mencapai kombinasi angka yang optimum yaitu kapasitas maksimum dengan biaya minimum diperlukan 21 kali langkah komputasi. Iterasi berhenti sampai tabel ke-21 dengan nilai biaya tambahannya menunjukan nilai positif.

Tabel 10 menunjukan rincian pengalokasian biaya per stasiun dan biaya total tiap pengalokasian. Berdasarkan tampilan output diketahui bahwa dari stasiun HJN ke stasiun CPR mengangkut sebanyak 1.083.000 penumpang dengan biaya setiap perjalanan Rp 90.000 per penumpang per bulan sehingga biaya total untuk perjalanan tersebut Rp 97.470.000.000.

Tabel 4 Alokasi biaya per-stasiun

From	To	Shipment	Cost/Unit	Shipment Cost
HJN	CPR	1.083.000	Rp. 90000	Rp. 97.470.000.000
BLA	HJN	1.083.000	Rp. 90000	Rp. 97.470.000.000
BLM	BLA	1.083.000	Rp. 90000	Rp. 97.470.000.000
ASN	BLM	1.083.000	Rp. 90000	Rp. 97.470.000.000
SNY	ASN	1.083.000	Rp. 90000	Rp. 97.470.000.000
IST	STB	1.083.000	Rp. 90000	Rp. 97.470.000.000
BHN	STB	1.083.000	Rp. 90000	Rp. 97.470.000.000
STB	DKA	823.128	Rp. 90000	Rp. 74.081.520.000
BI	DKA	1.083.000	Rp. 90000	Rp. 97.470.000.000

Biaya Operasional dan Pemeliharaan PP No.17 Tahun 2018 didapat dengan menjumlahkan biaya modal sebesar Rp. 1.216.093.000.000 dengan biaya langsung tetap sebesar Rp. 165.462.695.762, biaya variable sebesar Rp. 50.672.239.940, biaya dan biaya tidak langsung sebesar Rp. 208.188.543.824. Sehingga diperoleh Biaya Operasional sebesar Rp. 1.658.026.479.526. Perhitungan biaya tersebut akan dibandingkan dengan hasil peneliti terdahulu yaitu Tyonardo yang mengasumsi total biaya operasional pada tahun 2019 sebesar Rp 3.020.317.276.245 dan perhitungan optimasi biaya operasional menggunakan software POM-QM for windows sebesar Rp. 1.267.110.000.000. Menghitung biaya operasional MRT berdasarkan (Kementrian, 2018) komponen yang menentukan biaya operasional terdiri dari 14 komponen, dari 14 tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan biaya langsung dan tidak langsung tetap dan tidak tetap.

Berikutnya hasil hitung PP no 17 tahun 2018 menggunakan data eksisting PT MRT Jakarta Fase I tahun 2019 – 2020, dan hasil hitung menggunakan software POM QM for Windows dengan data eksisting PT MRT Jakarta Fase I tahun 2019 – 2020. Hasil tersebut di interpretasikan kedalam grafik untuk melihat seberapa besar perbedaan ketiga hasil hitung.

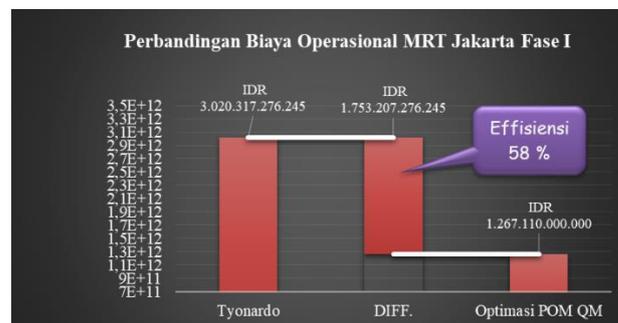
Tabel 5 Biaya operasional dan pemeliharaan

Komponen Biaya	Cost per-unit	Volume	Cost Per Year
<b>A. Modal</b>			
Depresiasi Assets	Rp. 1.216.093.000.000	1	Rp. 1.216.093.000.000
<b>B. Operasional Cost</b>			
<b>Direct Fix Cost</b>			
1. Gaji Karyawan			
2. Masinis	Rp. 9.187.823	448	Rp. 4.116.144.704
3. OCC	Rp. 4.900.172	196	Rp. 960.433.712
4. Biaya Infrastruktur	.	.	.
5. Sistem Persinyalan	Rp. 5.722.000.000		Rp. 5.722.000.000
6. Sistem Telekomunikasi	Rp. 2.462.000.000		Rp. 2.462.000.000
7. Fasilitas SCADA	Rp. 458.000.000		Rp. 458.000.000
8. Mesin Teiketing	Rp. 3.655.000.000		Rp. 3.655.000.000
9. Peron Pintu Kaca	Rp. 4.772.000.000		Rp. 4.772.000.000
10. Sistem Gardu Induk dan Distribusi	Rp. 3.819.000.000		Rp. 3.819.000.000
11. Gardu Listrik	Rp. 4.507.000.000		Rp. 4.507.000.000
12. Jalur Kereta	Rp. 17.105.000		Rp. 17.105.000
13. Eskalatore dan Lift	Rp. 981.000.000		Rp. 981.000.000
14. Aset	Rp. 133.993.000.000		Rp. 133.993.000.000
15. Biaya Pertanggung	Rp. 1.234.613	0,01	Rp. 12.346
<b>Sub Total</b>			<b>Rp. 165.462.695.762</b>

<b>Direct Variabel Cost</b>					
1. Biaya listrik aliran atas	Rp.	1.868.800	25.625	Rp.	47.888.000.000
2. Petugas Keamanan Kereta	Rp.	5.151.693	384	Rp.	1.978.250.112
3. Petugas Kebersihan Kereta	Rp.	4.112.193	196	Rp.	805.989.828
<b>Sub Total</b>				<b>Rp.</b>	<b>50.672.239.940</b>
<b>Indirect Fix Cost</b>					
1. Gaji staff					
2. Direktur	Rp.	1.671.431.604	56	Rp.	93.600.169.824
3. Kepala Divisi	Rp.	428.760.000	140	Rp.	60.026.400.000
4. Kepala Departemen	Rp.	30.626.000	224	Rp.	6.860.224.000
5. Spesialis	Rp.	11.025.000	2450	Rp.	27.011.250.000
6. Pengeluaran kantor	Rp.	1.000.000	204	Rp.	204.000.000
7. Lisensi dan sertifikasi	Rp.	1.000.000	46	Rp.	11.500.000
8. Layanan Penumpang	Rp.	20.475.000.000	1	Rp.	20.475.000.000
<b>Sub Total</b>				<b>Rp.</b>	<b>208.188.543.824</b>
<b>Indirect Variabel Cost</b>					
1. Pemasaran	Rp.	100.000.000	156	Rp.	15.600.000.000
2. SDM	Rp.	10.000.000	201	Rp.	2.010.000.000
Sub Total				Rp.	17.610.000.000
<b>Total Biaya Operasional Per-Tahun</b>				<b>Rp.</b>	<b>1.658.026.479.526</b>

Biaya Operasional dan Pemeliharaan didapat dengan menjumlahkan biaya modal sebesar Rp. 1.216.093.000.000 dengan biaya langsung tetap sebesar Rp. 165.462.695.762, biaya variable sebesar Rp 50.672.239.940, biaya dan biaya tidak langsung sebesar Rp. 208.188.543.824. Sehingga diperoleh Biaya Operasional sebesar Rp. 1.658.026.479.526. Perhitungan biaya tersebut akan dibandingkan dengan hasil peneliti terdahulu yaitu Tyonardo yang mengasumsi total biaya operasional pada tahun 2019 sebesar Rp 3.020.317.276.245 dan perhitungan optimasi biaya operasional menggunakan software POM-QM for windows sebesar Rp. 1.267.110.000.000.

Berikutnya hasil hitung berdasarkan (Perhubungan, 2010) menggunakan data eksisting PT MRT Jakarta Fase I tahun 2019 – 2020, dan hasil hitung menggunakan software POM QM for Windows dengan data eksisting PT MRT Jakarta Fase I tahun 2019 – 2020. Hasil tersebut di interpretasikan kedalam grafik untuk melihat seberapa besar perbedaan ketiga hasil hitung.



Gambar 11 Biaya operasional Tyonardo dan optimasi POM-QM for Windows

Gambar 11 menunjukkan deviasi biaya sebesar 58 % dengan differensiasi sebesar Rp. 1.753.207.276.245. Diferensiasi didapat dari selisih biaya hitungan tyonardo dengan output biaya POM QM for Windows. Sedangkan grafik perbandingan biaya hasil hitungan peraturan menteri perhubungan dengan hitungan

optimasi software POM QM dijelaskan pada gambar 4.7. Deviasi tersebut dipengaruhi oleh data yang digunakan oleh peneliti yang mengasumsi demand dan komponen biaya berdasarkan kondisi pada tahun 2012 sebelum oprasional MRT berlangsung. data demand diperoleh dari banyaknya penduduk daerah DKI Jakarta yang menggunakan transportasi umum dengan rute seputar stasiun MRT Jakarta, serta tarif perjalanan ditentukan dari daya beli dan pendapatan penduduk DKI Jakarta pada tahun 2012 kemudian di proyeksikan sampai tahun 2019.



Gambar 12 Biaya operasional PP 17 tahun 2018 dan optimasi POM-QM for Windows

Gambar 12 menunjukkan deviasi biaya sebesar 23% dengan differensiasi sebesar Rp. 390.916.429.526. Diferensiasi didapat dari selisih biaya hitungan Peraturan Pemerintah no 17 Tahun 2018 dengan output biaya POM QM for Windows. Dapat diartikan bahwa hasil perhitungan menggunakan software POM QM optimal dibandingkan dengan hasil perhitungan tyonardo dan Peraturan Pemerintah no 17 Tahun 2018. Dibandingkan dengan gambar 11 deviasi gambar 12 terlihat lebih kecil. Membandingkan proses penetapan biaya operasional POM QM dengan perhitungan berdasarkan PP no 17 tahun 2018 dengan data eksisting. Penggunaan software mempermudah dalam mengambil suatu keputusan mengenai biaya operasional MRT yang nantinya dapat digunakan untuk monitoring biaya tariff perjalanan perbulan dan pertahunnya.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Biaya operasional MRT Jakarta Fase 1 yang terdiri dari biaya tetap sebesar Rp. 165.462.695.762, biaya tidak langsung Rp. 208.188.543.824, biaya variable sebesar 50.672.293.940. Biaya perjalanan MRT Jakarta Fase satu diperoleh dari tariff yang dikenakan penumpang antar stasiun, biaya awal sebesar Rp. 3000 dan jumlah penumpang Tahun 2010 pada bulan april 237345, mei 2253559, juni 2448856, juli 2888126, agustus 2556805, september 2729780, oktober 2760733, november 2579623, desember 2946863 pada tahun 2020 bulan januari 2926828, febuari 2989128, Maret 3051428. Proses perhitungan menggunakan manual sesuai PP No 17 Tahun 2018 dan Software POM QM. Hasil hitungan manual sebesar Rp. 1.658.026.479.526 dapat dioptimalisasikan dengan software POM QM for Windows sebesar Rp. 1.267.110.000.000 sehingga didapatkan hasil yang minimum.

## 4.2 Saran

Peneliti selanjutnya yang ingin mengkaji topik yang sama, disarankan untuk melakukan perhitungan biaya operasional pada saat terjadinya kendala selama beroprasinya MRT dan variabel yang paling berpengaruh dalam menentukan keuntungan perusahaan MRT Jakarta.

## Daftar Kepustakaan

- Cahayadi, T, 2012. Evaluasi perhitungan kebutuhan pendanaan untuk kegiatan operasional berkelanjutan PT. MRT Jakarta menggunakan finansial modeling dan sistem dinamis. Universitas Indonesia, Jakarta
- Fiqransyah, M, 2019. Penerapan Metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Modified Distribution (MODI) Dalam Meminimalisasi Biaya Transportasi dan Distribusi Semen Bosowa Wilayah Selatan. Universitas Hasanudin, Makassar
- Manurung, A, 2019. Analisis Penerapan Model Transportasi Dengan Metode Vogel Approximation (VAM) dengan Uji Modified Distribution (MODI) (Studi Kasus: PT Multi Ganda Scoteknik). MEDAN.
- Marzuki, C. C, 2015. Penyelesaian Sistem Persamaan Linear Fully Fuzzy Menggunakan Metode Iterasi Jacobi. Journal Sains, Teknologi dan Statistika, 1(155), pp. 1–7.
- MRT, P, 2019. Laporan Tahunan 2019 PT MRT Jakarta. Jakarta
- Perhubungan, K, 2018. Laporan Tahunan Direktorat Jenderal Perkeretaapian Tahun 2018. 2018th edn. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta
- Perhubungan, K, 2020. Masterplan perkeretaapian jabodetabek 2020. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta
- Perhubungan, P. M, 2010. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 17 Tahun 2018 Tentang Tata Cara Penentuan Tarif Angkutan Orang Dengan Kereta Api. Menteri Perhubungan Republik Indonesia. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. doi: 10.1177/001872679304600102.
- Putra, A. R, 2018. Riset Operasional POM-QM for Windows 3. 1st edn. Edited by A. Rozi. Desenta Multivisitama, Serang
- Syaifuddin, D. T, 2011. Riset Operasi (Aplikasi Quantitative Analysis for Management). 1st edn. Edited by Sujono. CV Citra Malang, Malang