

Faktor yang Mempengaruhi Kenaikan Biaya Proyek MRT Jakarta Fase-1 Menggunakan Pendekatan Logika Fuzzy

Marsha Enrica¹, Humiras Hardi Purba², Budi Susetyo³

¹Manajemen Konstruksi-Fakultas Teknik Sipil-Universitas Mercu Buana, Jakarta
email: marshaenrica800@gmail.com

²Manajemen Konstruksi-Fakultas Teknik Sipil-Universitas Mercu Buana, Jakarta
email: humiras.hardi@mercubuana.ac.id

³Manajemen Konstruksi-Fakultas Teknik Sipil-Universitas Mercu Buana, Jakarta
email: budi.susetyo@mercubuana.ac.id

Received: 24-02-2023. Revised: 07-10-2023. Accepted: 07-10-2023.

Abstract

Cost increases are a very common phenomenon and are related to almost all construction industry projects. Analysis of the reasons for assigning costs to a construction project is an important step in improving the existing cost estimation system and can be used to determine areas where the greatest improvements can be obtained. Indonesia has new experience regarding the implementation of the Jakarta MRT Phase-1 project which of course still has various deficiencies in the planning and experiences obstacles during its implementation, one of which results in an increase in project costs. This study focused on knowing the factors that influence the increase in costs at MRT Jakarta Phase-1 by using a fuzzy logic approach. The data collected was obtained directly from MRT Jakarta and questionnaires were distributed to 35 people who were competent regarding the discussion of this research. The results of this study were that the Management Factor is the factor that had the most influence on Cost Increases compared to the Technical Factors. If one of the Technical Factor conditions (Large, Medium, Small) is coupled with an ineffective Management Factor, the Cost Increase was already at a high level. Seeing the results of this study, the researcher hopes that this research can be useful for related parties as material for consideration in planning to implementing the next phase of MRT Jakarta construction.

Keywords: Cost Overrun; Fuzzy Logic; MRT; Factor; RII

Abstrak

Kenaikan biaya merupakan fenomena yang sangat sering terjadi dan hampir terkait dengan semua proyek industri konstruksi. Analisis alasan pembebanan biaya proyek konstruksi merupakan langkah penting untuk memperbaiki sistem estimasi biaya yang ada dan dapat digunakan untuk menentukan area dimana perbaikan terbesar dapat diperoleh. Indonesia memiliki pengalaman baru terkait pelaksanaan proyek MRT Jakarta Fase-1 yang tentunya masih terdapat berbagai kekurangan dalam perencanaannya dan mengalami kendala ketika pelaksanaannya yang salah satunya berakibat pada kenaikan biaya proyek. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kenaikan biaya pada MRT Jakarta Fase-1 dengan menggunakan pendekatan logika fuzzy. Data-data yang dikumpulkan diperoleh langsung dari pihak MRT Jakarta dan penyebaran kuesioner kepada 35 orang yang kompeten terkait pembahasan penelitian ini. Hasil pada penelitian ini adalah Faktor Manajemen merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap Kenaikan Biaya dibandingkan dengan Faktor Teknis. Jika salah satu kondisi Faktor Teknis (Besar, Sedang, Kecil) disandingkan dengan Faktor Manajemen yang tidak efektif maka Kenaikan Biaya sudah berada pada level tinggi. Melihat hasil pada penelitian ini, maka Peneliti berharap penelitian ini dapat bermanfaat untuk pihak-pihak terkait sebagai bahan pertimbangan dalam merencanakan hingga pelaksanaan pembangunan MRT Jakarta fase berikutnya.

Kata kunci: Kenaikan Biaya; Logika Fuzzy; MRT; Faktor; RII

PENDAHULUAN

Proyek adalah upaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia, yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu (Nurhayati, 2010).

Proyek terdiri dari berbagai sumber daya yang mempengaruhinya, maka hal-hal tersebut ikut mempengaruhi kinerja proyek. Biaya, waktu dan mutu sebagai *triple constraint* (3 kendala) proyek harus dioptimalkan, karena jika tidak dikendalikan maka akan menimbulkan masalah dalam proyek. Risiko selalu ada dalam proyek konstruksi dan seringkali menyebabkan penundaan jadwal atau Kenaikan Biaya (Wang & Chou, 2003).

Keterlambatan proyek konstruksi, Kenaikan Biaya, dan kualitas rendah telah lama menjadi masalah umum di sektor konstruksi dan teknik. Secara khusus, kenaikan waktu dan biaya dalam proyek konstruksi publik besar tampaknya menjadi fenomena global, yaitu tanpa penurunan dalam 70 tahun terakhir dan biaya rata-rata melebihi 28% (Larsen et al., 2016).

Perubahan biaya proyek atau kenaikan biaya terjadi sebagai akibat dari banyak faktor terkait, yang semuanya terkait dengan beberapa bentuk risiko. Analisis alasan pembebanan biaya proyek konstruksi merupakan langkah penting untuk memperbaiki sistem estimasi biaya yang ada dan dapat digunakan untuk menentukan area dimana perbaikan terbesar dapat diperoleh (Creedy et al., 2010).

Keberhasilan internasional proyek konstruksi dikenal sangat sensitif untuk kondisi negara tuan rumah seperti ekonomi, faktor politik dan hukum serta hubungan internasional dan perbedaan budaya. Faktor yang mungkin mempengaruhi besarnya risiko negara didefinisikan sebagai pengalaman perusahaan di negara tuan rumah dan kontrak yang ada klausul tentang alokasi risiko negara (Dikmen et al., 2007).

Kenaikan Biaya merupakan fenomena yang sangat sering terjadi dan hampir terkait dengan semua proyek industri konstruksi. Kelebihan biaya adalah selisih antara biaya aktual akhir proyek konstruksi pada saat penyelesaian dan jumlah kontrak yang disepakati oleh dan antara pemilik dan kontraktor selama penandatanganan kontrak (Azhar et al., 2008).

Penting untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya Kenaikan Biaya agar pelaksanaan proyek tidak melebihi anggaran, memperoleh keuntungan, dan membesarkan proyek yang berhasil. Pemahaman risiko dapat membantu semua pihak yang terlibat untuk mengurangi dampak negatif dari Kenaikan Biaya (Vu et al., 2016).

Persentase dan Kategori Kenaikan Biaya merujuk pada penelitian (Moon et al., 2020), dapat dilihat pada Tabel 1. Level Kenaikan Biaya.

Tabel 1. Level Kenaikan Biaya

Cost Overrun	Level
<5%	Low Risk
5% - 20%	Medium Risk
>20%	High Risk

Sumber : (moon et al., 2020)

Dalam pelaksanaan pembangunan Proyek MRT Jakarta Fase 1 sudah ada indikasinya atas kenaikan nilai kontrak karena adanya perubahan ruang lingkup pekerjaan yang dilakukan, Kontraktor mengajukan beberapa klaim biaya tambahan kepada PT MRT Jakarta. (Danisworo & Latief, 2019). Kenaikan nilai kontrak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kontrak Awal dan Perubahan PT. MRT Jakarta

Description	Percent
Additional Cost	30,89%
1 Variation Order	18,92%
2 Claim	3,19%
3 Price Adjustment	8,07%
4 Financing Charge	0,71%

Sumber : Ringkasan Eksekutif Laporan Akhir Proyek MRT Jakarta Fase- 1 (2020)

Dilihat dari Tabel 2, Kenaikan Biaya yang sudah masuk pada level Tinggi yaitu sebesar 30,89%. Hal ini dapat diketahui dari nilai kontrak yang semula Rp. 11.496.945.903.676,- menjadi Rp. 15.047.932.940.267.

Logika Fuzzy (Logika Fuzzy) merupakan cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output didasari oleh konsep himpunan fuzzy.

Dalam kondisi yang nyata, beberapa aspek dalam dunia nyata biasanya bersifat *inexact*. Konsep ketidakpastian inilah yang menjadi konsep dasar munculnya Logika Fuzzy. Menurut Wang (1997) definisi formal

dari variabel linguistik diberikan sebagai berikut: Sebuah variabel linguistik dikarakterisasi oleh $(X, T(x), U, M)$, dimana :

- X = Nama variabel yang menjadi objek
- $T(x)$ = Himpunan semua istilah linguistik
- U = Ruang lingkup dimana variabel linguistik X mengambil nilai-nilai kuantitatifnya
- M = Suatu aturan yang menghubungkan setiap nilai linguistik dengan suatu himpunan fuzzy.

(Mr. Manoj Thorat, 2015) menjelaskan, untuk mengembangkan model, langkah-langkah berikut dilakukan kotak alat logika fuzzy MATLAB:

- Buat sistem dua masukan, satu keluaran di FIS editor. Fungsi keanggotaan dari semua input dan output variabel.
- Untuk melakukan inferensi fuzzy, aturan yang mana menghubungkan variabel input ke variabel output yang ditentukan.

MATLAB mempunyai banyak *tools* yang dapat membantu berbagai disiplin ilmu. Inilah alasan Peneliti menggunakan aplikasi Matlab untuk pengolahan data Logika Fuzzy, faktor yang mempengaruhi Kenaikan Biaya pada proyek MRT Jakarta Fase-1. Tujuan yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis Faktor-faktor yang paling mempengaruhi Kenaikan Biaya proyek MRT Jakarta Fase-1.
2. Menganalisis Pemodelan Logika Fuzzy untuk memprediksi Kenaikan Biaya pada proyek MRT Jakarta Fase-1.
3. Menganalisis faktor yang paling berpengaruh terhadap Kenaikan Biaya pada proyek MRT Jakarta Fase-1 dengan menggunakan metode Logika Fuzzy.

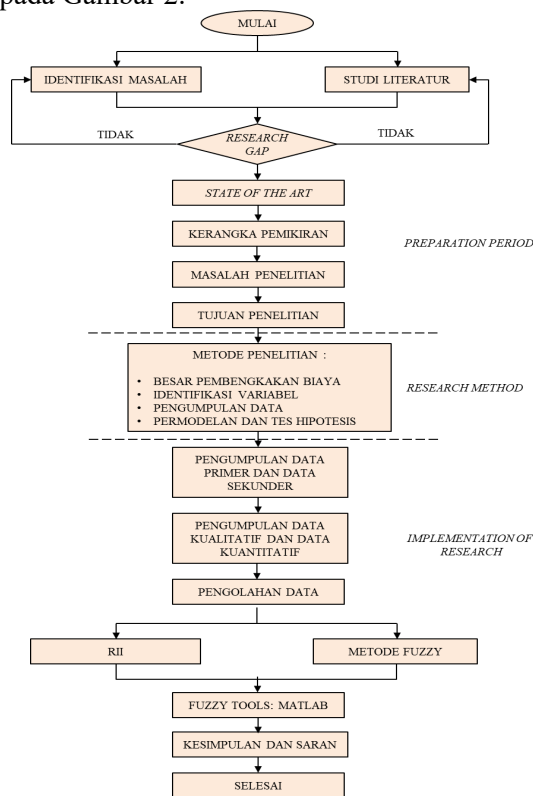
METODE PENELITIAN

Struktur faktor Kenaikan Biaya berikut ini diambil dari analisis studi sebelumnya di negara maju dan berkembang. Faktor Penyebab Kenaikan Biaya sebagai kelompok teknis, kelompok keuangan dan ekonomi, kelompok situasi politik, kelompok manajerial, kelompok sumber daya proyek dan kelompok faktor lingkungan (El-Ahwal et al., 2016). Struktur Faktor Kenaikan Biaya dapat dilihat pada Gambar 1.



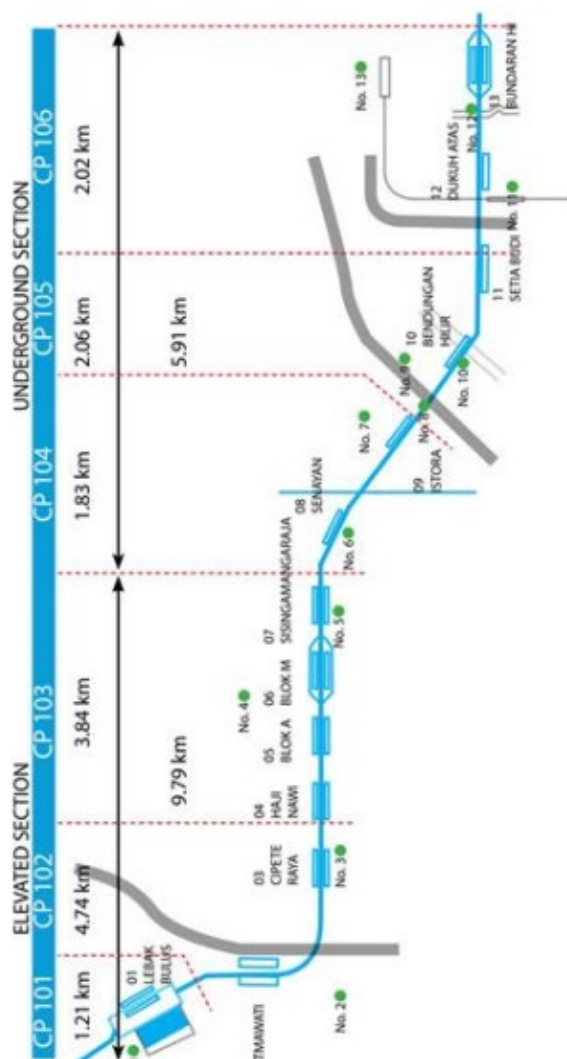
Gambar 1. Faktor Penyebab Kenaikan Biaya
Sumber : (El-Ahwal et al., 2016)

Kerangka dan Tahapan penelitian dapat dilihat berdasarkan diagram alir yang terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek MRT Jakarta Fase-1 dengan peta lokasi penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. berikut.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Sumber : Ringkasan Eksekutif Laporan Akhir Proyek MRT Jakarta Fase- 1 (2020)

Dimulai dari Lebak Bulus (lokasi depo), tujuh stasiun layang sepanjang 10 km, diantaranya; Fatmawati, Cipete Raya, Haji Nawal, Blok A, Blok M, dan Sisingamangaraja serta 6 km stasiun bawah tanah dimulai dari Senayan hingga Bundaran Hotel Indonesia.

Pada penelitian ini, terdapat 3 variabel bebas diantaranya Perencanaan Proyek (X1), Pelaksanaan Proyek (X2), dan Logika Fuzzy (X3).

Sedangkan, variabel terikat (Y) adalah Kenaikan Biaya. Masing-masing Variabel dijabarkan dengan beberapa Sub Factor yang terkait untuk memudahkan analisis penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. berikut.

Peneliti menyebarkan kuesioner secara elektronik, yang dapat diisi melalui Google Form kepada 35 Responden yang berkompeten untuk memberi informasi terkait faktor yang berpengaruh pada Kenaikan Biaya di Proyek MRT Jakarta Fase – 1.

Tabel 3. Indikator Variabel

Variabel	Sub Variabel	
(X1) PERENCANAAN PROYEK	X1-1	Estimasi Biaya
	X1-2	Keadaan Lahan
	X1-3	Kondisi Lalu Lintas
	X1-4	Desain Awal
	X1-5	Lingkungan dan Pertimbangan Sosial
	X1-6	Lama Waktu Pelaksanaan Pekerjaan
(X2) PELAKSANAAN PROYEK	X2-1	Penyesuaian Desain
	X2-2	Konstruksi
	X2-3	Keselamatan
	X2-4	Manajemen Resiko
	X2-5	Manajemen Lingkungan
	X2-6	Pembayaran
	X2-7	Mutu
	X2-8	Jadwal
(X3) LOGIKA FUZZY	X3-1	Identifikasi Masalah yang terjadi di lapangan
	X3-2	Menetapkan Target yang akan di capai
	X3-3	Menetapkan variabel input dan output
	X3-4	Menetapkan aturan
	X3-5	Persiapan presentasi dan dokumentasi
(Y) KENAIKAN BIAYA	Y-1	Pembebasan Lahan
	Y-2	Relokasi Utilitas
	Y-3	Perubahan Desain
	Y-4	Perencanaan
	Y-5	Kinerja Pekerjaan
	Y-6	Tambah/Kurang

Penilaian yang dilakukan dengan skala nilai 1-5 dengan kriteria 1 sangat tidak setuju (STS), 2 tidak setuju (TS), 3 kurang setuju (KS), 4 setuju (S) dan 5 sangat setuju (SS). Kemudian didapatkan nilai *Relative Importance Index* (RII) dengan rumus sebagai berikut:

$$RII = \sum W / A \times N$$

W = Pembobotan yang diberikan untuk setiap faktor oleh responden.

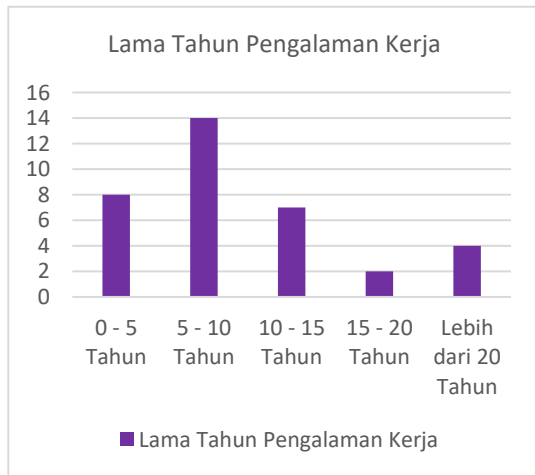
A = Pembobotan tertinggi (5).

N = Jumlah Responden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

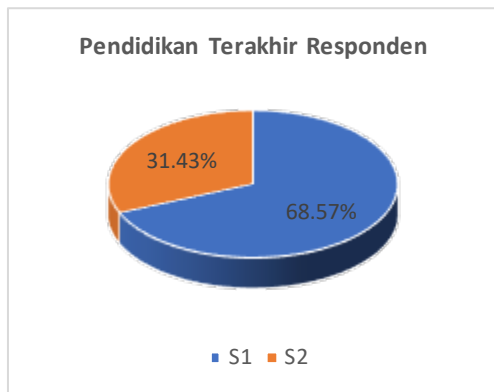
Posisi jabatan responden dibatasi pada posisi setara Project Manager, Estimator, Cost Controller, dan Quantity Surveyor. Selain jabatan, responden memiliki lama tahun pengalaman kerja yang terbagi menjadi 5

kategori seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Lama Tahun Pengalaman Kerja Responden

Pada Gambar 4. dapat dilihat, untuk lama tahun pengalaman kerja 0 – 5 Tahun terdapat 8 responden, 5 – 10 Tahun terdapat 14 responden, 10 – 15 tahun terdapat 7 responden, 15 – 20 tahun terdapat 2 responden dan 4 responden dengan pengalaman lebih dari 20 tahun. Gambar 5. menunjukkan persentase latar belakang Pendidikan responden.



Gambar 5. Latar Belakang Pendidikan Terakhir Responden

Berdasarkan Gambar 5., dapat ditinjau dari latar belakang Pendidikan terakhir, sebanyak 24 responden dengan gelar Sarjana dan 11 lainnya telah memiliki gelar master.

Data yang diperoleh dari responden kemudian diolah hingga mendapatkan nilai index RII seperti yang disajikan pada Tabel 4. berikut.

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 4., Sub Faktor pada Kenaikan Biaya tertinggi adalah Kinerja (0,886), kedua adalah Perencanaan (0,863), Ketiga adalah

Perubahan Desain (0,817), keempat adalah Pekerjaan Tambah Kurang (0,806), kelima adalah Pembebasan Lahan (0,771) dan keenam adalah Relokasi Utilitas (0,754).

Tabel 4. Peringkat RII Pada Kenaikan Biaya

R A N K	Item Description	Rekapitulasi Hasil Kuesioner					W	Index RII
		1	2	3	4	5		
1	Kinerja	2	0	2	8	23	155	0,885
2	Perencanaan	2	0	4	8	21	151	0,862
3	Perubahan Desain	1	2	4	14	14	143	0,817
4	Pekerjaan Tambah/ Kurang	1	1	6	15	12	141	0,805
5	Pembebasan Lahan	2	5	3	11	14	135	0,771
6	Relokasi Utilitas	1	4	4	19	7	132	0,754

Setelah mendapatkan peringkat sub faktor yang mempengaruhi kenaikan biaya berdasarkan nilai RII, Peneliti mengklasifikasikan temuan masalah-masalah pada proyek MRT Jakarta Fase – 1 menjadi 2 Faktor Kenaikan Biaya, yakni; Teknis dan Manajemen.

Peneliti mendapatkan parameter untuk skala penerjemahan Bahasa Logika Fuzzy. Pada Variabel input, untuk faktor teknis dapat dikatakan kecil, sedang, besar berdasarkan dari komposisi persentase alokasi pendanaan dibandingkan dengan totalan nilai kontrak (validasi para pakar terlampir). Skala Faktor Teknis adalah 0 – 5 dengan parameter Kecil (0 0 1), Sedang (1 1.5 2) dan Besar (2 3 5).

Pada Variabel input, untuk Faktor Manajemen dapat dikatakan cukup efektif, kurang efektif dan tidak efektif berdasarkan lama waktu keterlambatan yang dialami (validasi pakar terlampir). Faktor manajemen berskala 0 – 50 dengan parameter Tidak Efektif (20 35 50), Kurang Efektif (10 15 25) dan Cukup Efektif (0 5 12). Pada Variabel Output yaitu Kenaikan Biaya, skala yang digunakan 0 – 50 dengan parameter Rendah (0 0 5), Sedang (4 11 21) dan Tinggi (19 50 50).

Data pemodelan pada FIS Editor ditunjukkan pada Tabel 5.

Peneliti mencari tahu terkait masalah-masalah yang dihadapi selama pelaksanaan proyek MRT Jakarta diakibatkan oleh 2 faktor, yakni Faktor Teknis dan Faktor Manajemen. Dari permasalahan tersebut pada tiap sub

faktor, peneliti mendapatkan parameter untuk skala penerjemahan Bahasa Logika Fuzzy.

Tabel 5. Data Pemodelan Pada FIS Editor

Variabel	Range	Mfs	No Of Mfs	Name of the parameters	Parameters
Teknis	[1-5]	Trimf	1	Kecil	[0 0 1]
			2	Sedang	[1 1.5 2]
			3	Besar	[2 3 5]
Manajemen	[1-50]	Trimf	1	Tidak Efektif	[20 35 50]
			2	Kurang Efektif	[10 15 25]
			3	Cukup Efektif	[0 5 12]
Kenaikan Biaya	[1-50]	Trimf	1	Rendah	[0 0 5]
			2	Sedang	[4 11 21]
			3	Tinggi	[19 50 50]

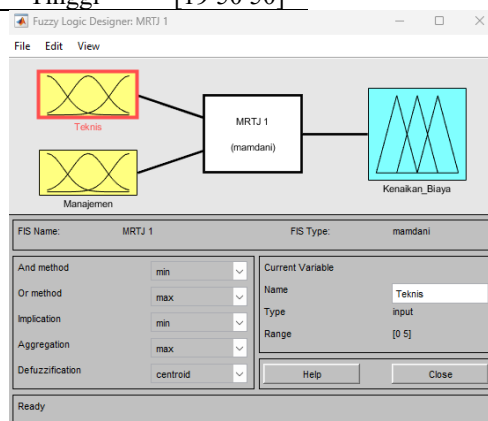
Setelah Menyusun data pemodelan, kemudian Peneliti membuat *Rules* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Aturan Fuzzy

No.	INPUT		OUTPUT
	Teknis	Manajemen	Kenaikan Biaya
1	Kecil	Cukup Efektif	Rendah
2	Sedang	Kurang Efektif	Sedang
3	Besar	Tidak Efektif	Tinggi
4	Besar	Cukup Efektif	Rendah
5	Sedang	Cukup Efektif	Rendah
6	Kecil	Kurang Efektif	Sedang
7	Besar	Kurang Efektif	Sedang
8	Sedang	Tidak Efektif	Tinggi
9	Kecil	Tidak Efektif	Tinggi

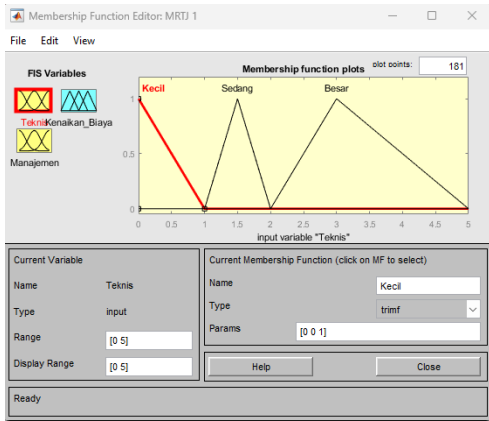
Kemudian, dengan menggunakan aplikasi MATLAB, Peneliti melakukan Langkah-Langkah sebagai berikut:

1. Masukan 2 Variabel Input, yakni Teknis dan Manajemen serta 1 variabel output, Kenaikan Biaya. Input data variabel dapat dilihat pada Gambar 6.

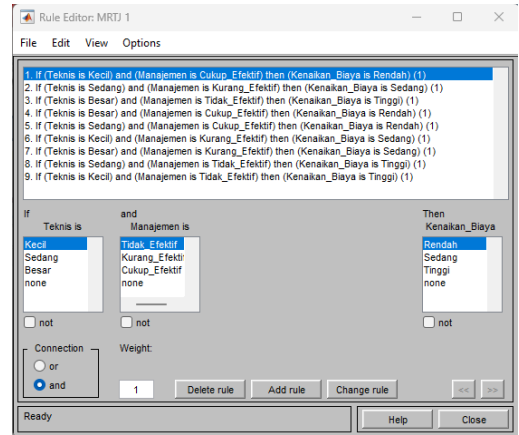


Gambar 6. Variabel Input dan Variabel Output

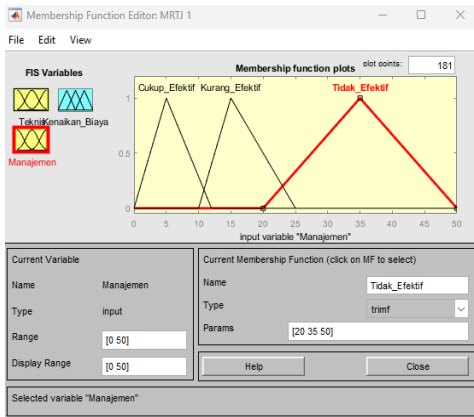
2. Kemudian klik *Membership Function* untuk memasukkan nama parameter, parameternya dan *range* pada masing-masing variabel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. untuk variabel Teknis, Gambar 8. untuk variabel Manajemen dan Gambar 9. untuk variabel Kenaikan Biaya berikut.



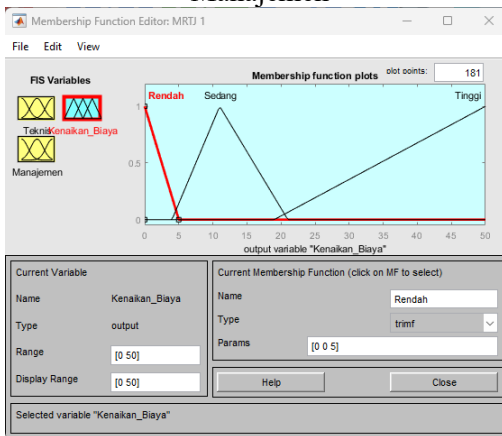
Gambar 7. Parameter Variabel Teknis



Gambar 10. Aturan Fuzzy

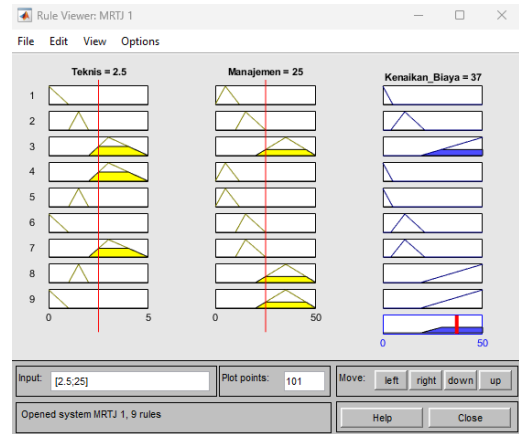


Gambar 8. Parameter Variabel Manajemen



Gambar 9. Parameter Variabel Kenaikan Biaya

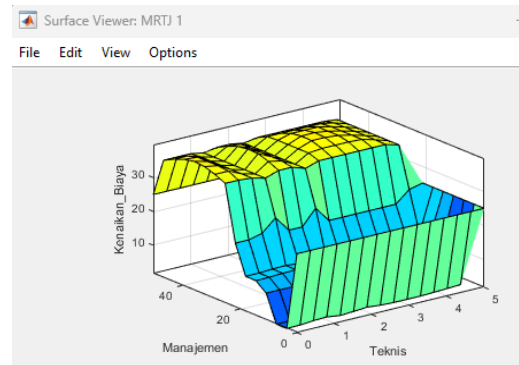
- Setelah pengisian aturan yang sudah dibuat pada *Rules* maka akan dapat dilihat hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. di *Rule Viewer*.



Gambar 11. Rule Viewer

Pada Gambar 11 dapat dilihat salah satu kondisi Jika faktor Teknis besar (2.5), dan faktor Manajemen kurang efektif (25), maka Kenaikan Biaya tinggi (37).

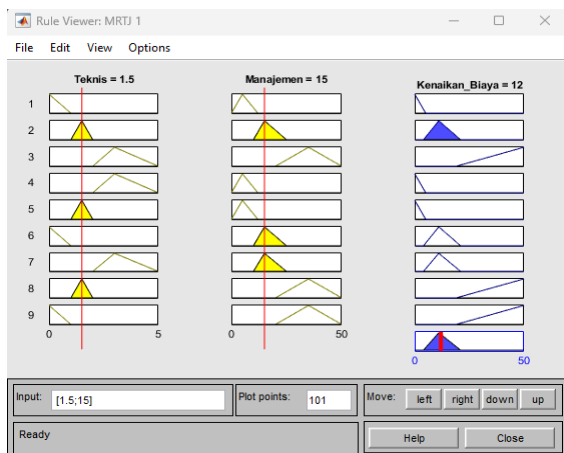
- Hasil pada tampilan *Surface* seperti pada Gambar 12. berikut.



Gambar 12. Hasil Pada Surface

- Setelah mengisi data pada *Membership Function* kemudian aturan yang sudah dibuat diinput pada *Rules* di *FIS Editor*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. berikut.

Pada *Rule Viewer* dapat kita lakukan percobaan untuk melihat hasil dari pengaruh faktor Teknis dan faktor Manajemen terhadap Kenaikan Biaya dengan menggeser-geser garis pada masing-masing kotak variabel untuk mengubah parameter atau langsung mengisi nilai parameter yang ingin dilakukan uji pada kolom input. Dapat diperhatikan Gambar 13.



Gambar 13. Teknis sedang, Manajemen kurang efektif

Sekarang, peneliti akan melakukan uji pada tiap variabel input dengan perlakuan kondisi salah satu variabel input dominan. Hal ini dilakukan agar peneliti mendapat kesimpulan berdasarkan hasil terkait faktor apa yang paling berpengaruh terhadap kenaikan biaya pada Proyek MRT Jakarta Fase – 1. Hasil percobaan diperlihatkan pada Tabel 7.

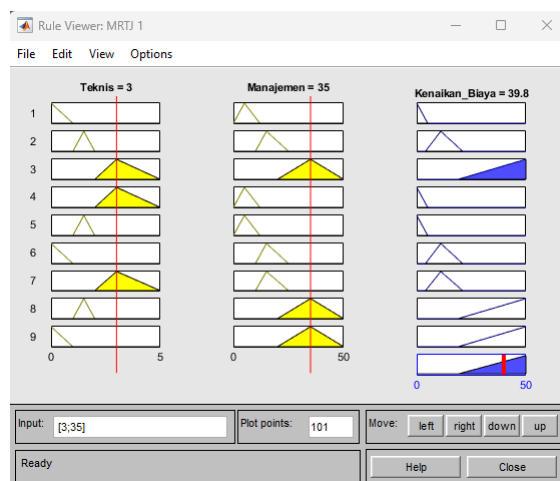
Tabel 7. Hasil Pengaruh Variabel Input Dominan Terhadap Kenaikan Biaya

No	TEKNIS		MANAJEMEN		KENAIKAN BIAYA	
	Nama Parameter	Parameter	Nama Parameter	Parameter	Nama Parameter	Parameter
1	Besar	3	Tidak Efektif	35	Tinggi	39,8
2	Besar	3	Kurang Efektif	15	Sedang	12
3	Besar	3	Cukup Efektif	5	Rendah	1,5
4	Sedang	1,5	Tidak Efektif	30	Tinggi	38,9
5	Kecil	0,5	Tidak Efektif	30	Tinggi	38,1

Dapat dilihat pada Tabel 7. Jika Faktor Teknis Besar dan Faktor Manajemen Cukup Efektif, maka Kenaikan Biaya Rendah (1,5). Jika Faktor Teknis Besar dan Faktor Manajemen Kurang Efektif, maka level

kenaikan biaya meningkat menjadi Sedang (12).

Jika Faktor Manajemen Tidak Efektif dan Faktor Teknik Sedang, maka Kenaikan Biaya sudah berada pada level tinggi (38,9). Jika Faktor Manajemen Tidak Efektif dan Faktor Teknis kecil, maka Kenaikan Biaya ada sedikit penurunan nilai namun tetap pada level tinggi (38,1). Selanjutnya, pada Gambar 14. ditunjukkan kondisi dimana kedua variabel input atau faktor berada di posisi dominan.



Gambar 14. Teknis besar, Manajemen tidak efektif

Dari Gambar 14 dapat dilihat jika Faktor Teknis besar dan Faktor Manajemen tidak Efektif, maka Kenaikan Biaya sudah dapat dipastikan berada pada level tinggi (39,8).

Maka, dari hasil yang diperoleh, dapat ditarik kesimpulan bahwa Faktor Manajemen merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap Kenaikan Biaya di Proyek MRT Jakarta Fase – 1.

KESIMPULAN

1. Pada variabel Kenaikan Biaya, terdapat 2 faktor yang paling mempengaruhi yaitu Teknis dan Manajemen. Faktor teknis terdiri dari Perubahan Desain dan Pekerjaan Tambah Kurang. Sedangkan, permasalahan terkait Kinerja, Perencanaan, Relokasi Utilitas dan Pembebasan Lahan pada proyek MRT Jakarta Fase – 1 sebagai Faktor Manajemen.
2. Berdasarkan data yang diperoleh, diolah dan dianalisis, model yang didapatkan dengan hasil akhir Kenaikan Biaya berada pada level tinggi, antara lain:
 - Jika Faktor Manajemen Tidak Efektif dan Faktor Teknis kecil, maka Kenaikan Biaya sudah di level tinggi.

- Jika Faktor Manajemen Tidak Efektif dan Faktor Teknik sedang, maka Kenaikan Biaya berada pada level tinggi.
 - Jika Faktor Teknis besar dan Faktor Manajemen Tidak Efektif, maka Kenaikan Biaya sudah dapat dipastikan berada pada level tinggi.
3. Faktor yang paling berpengaruh terhadap Kenaikan Biaya pada proyek MRT Jakarta Fase-1 adalah Faktor Manajemen.

SARAN

1. Perlu diperhatikannya Faktor Manajemen untuk menekan angka Kenaikan Biaya yang dalam penelitian ini yaitu Kinerja, Perencanaan, Relokasi Utilitas dan Pembebasan Lahan.
2. Semua pembebasan lahan perlu diselesaikan sebelum dimulainya proyek, atau paling tidak sebelum pelaksanaan pekerjaan di area tersebut.
3. Pekerjaan relokasi perlu dilakukan sebanyak mungkin sebelum dimulainya pekerjaan karena keterlambatan relokasi utilitas memiliki efek yang signifikan pada pelaksanaan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, N., Farooqui, R. U., & Ahmed, S. M. (2008). "Cost Overrun Factors in Construction Education, Research and Practice, 499. *Construction in Nigeria*". *Interdisciplinary Journal of Contemporary Construction Industry of Pakistan*". *Advancing and Integrating*
- Creedy, G. D., Skitmore, M., & Wong, J. K. (2010). Evaluation of Risk Factors Leading to Cost Overrun in Delivery of Highway Construction Projects. *ASCE*, 528-537.
- Danisworo, B., & Latief, Y. (2019). Estimation model of Jakarta MRT phase 1 project cost overrun for the risk based next phase project funding purpose. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 258(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/258/1/012049>
- Dikmen, I., Birgonul, M. T., & Han, S. (2007). Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects. *International Journal of Project Management*, 25(5), 494–505.
- <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.12.002>
- El-Ahwal, M., El- Attar, S., & Abdel-Hafez, W. (2016). Factors Leading to Cost Overrun Occurrence in Construction Projects. *Port-Said Engineering Research Journal*, 20(1), 71–77. <https://doi.org/10.21608/pserj.2016.33641>
- Larsen, J. K., Shen, G. Q., & Lindhard, S. M. (2016). Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overrun, and Quality Level in Public Construction Projects. *ASCE*, 32
- Wang, M. T., & Chou, H. Y. (2003). Risk allocation and risk handling of highway projects in Taiwan. *Journal of management in Engineering*, 19(2), 60-68.
- Moon, H., Williams, T. P., Lee, H. S., & Park, M. (2020). Predicting project cost overrun levels in bidding stage using ensemble learning. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 00(00), 1–14. <https://doi.org/10.1080/13467581.2020.1765171>
- Mr. Manoj Thorat, P. B. V. B. (2015). Cost Overrun Assessment Model in Highway Construction Projects Using Fuzzy Uncertainty Analysis. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, 4(4), 568–574. www.ijert.org
- Vu, H. A., Wang, J., Min, L., Mai, S. H., & Nguyen, H. P. (2016). Research on Cost Overrun Risk of Construction Phase of Vietnam Highway International Contracting Project. *Scientific Research Publishing Inc.*, 86-98.
- Wang, L.X. (1997) *A Course in Fuzzy Systems and Control*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Cetakan Pertama, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Ringkasan Eksekutif Laporan Akhir Proyek MRT Jakarta Fase- 1 (2020)