

## OPTIMASI PROGRES PADA PELAKSANA JASA KONSTRUKSI DENGAN SOFT WARE FUZZY MATLAB R2014a

**Bambang Djatmiko**  
**N. Bambang Revantoro**  
**Suparno**  
**Made Wena**

**Abstrak:** Adanya resiko kenaikan harga material, biaya tak terduga membengkak, sehingga progres semakin lambat bahkan bisa terjadi pemberhentian pekerjaan. Progres adalah tujuan utama dari pelaksana tanpa mengabaikan mutu, maupun aspek lain sesuai isi kontrak. Berdasarkan kajian empiris progres dioptimalkan bukan sebagai variabel output. Tujuan penelitian adalah: 1). Mengetahui model himpunan fuzzy Mamdani untuk optimasi progres, 2). Mengetahui model pemrograman optimasi progres fuzzy Mamdani MATLAB dan 3). Mengetahui hasil simulasi progres dengan komputasi fuzzy Mamdani MATLAB. Penelitian ini menggunakan desain eksperimental yaitu dicoba progres sebagai variabel single output dalam model fuzzy Mamdani sistem MISO (Multiple Input Single Output). Variabel multiple inputnya: Direct Cost, Indirect Cost, Profit dan Informal cost. Hasil penelitian adalah: 1). Model himpunan fuzzy Mamdani sistem MISO, 4 multiple input yaitu: Direct Cost (10-75%), Indirect Cost (10-25%), Informal cost (5-10%) dan Profit (5-15%) dan single output yaitu progres (<25 - >25%), 2). Model pemrograman optimasi indikator: Fungsi keanggotaan trapesium, Himpunan linguistik dua macam (minimum – maximum dan slow – fast), fungsi implikasi MISO, Sistem operasi “MAX - DOT”, Aturan fuzzy (if ... and ... then) = 16 rules dan Menggunakan soft ware MATLAB R2014a dan 3) Hasil simulasi akan diperoleh progres slow jika dalam mengalokasikan dana pada variabel input tidak berimbang dan sebaliknya akan diperoleh progres fast jika alokasi dana pada variabel input berimbang.

**Kata-kata kunci:** *optimasi, Direct Cost, Indirect Cost, Informal cost, Profit dan Progres*

**Abstract:** *The risk of rising material prices, unexpected costs swell, so the progress is getting slower and even job stops. Progress is the main objective of the implementer without neglecting the quality, as well as other aspects of the contents of the contract. Based on the empirical study progress is not optimized as an output variable. The research objectives are: 1). Knowing Mamdani's fuzzy set model for progressive optimization, 2). Know the programming model of fuzzy progressive optimization Mamdani MATLAB and 3). Knowing the results of the progress simulation with fuzzy Mamdani MATLAB computing. This research uses experimental design that is attempted progress as single output variable in fuzzy model Mamdani MISO system (Multiple Input Single Output). Multiple input variables: Direct Cost, Indirect Cost, Profit and Informal cost. The results of the study were: 1). Fuzzy Fuzzy MISO system set model, 4 direct input (10-75%), Indirect Cost (10-25%), Informal cost (5-10%) and Profit (5-15%) and single output progress (<25 - > 25%), 2). Optimized programming model indicator: trapezoidal membership function, linguistic set of two types (minimum - maximum and slow - fast), MISO implication function, operating system “MAX - DOT”, fuzzy rules (if ... and ... then) = 16 rules and Using soft ware MATLAB R2014a and 3) Simulation results will be obtained slow progress if in allocating funds on input variables are not balanced and vice versa will be obtained fast if the allocation of funds in input variables balanced.*

**Keywords:** *optimization, Direct Cost, Indirect Cost, Informal cost, Profit and Progress*

Selama proses pembangunan, pelaksana konstruksi mencatat keluar dan masuknya dana pada setiap waktu. Buku catatan tersebut disebut project cash flow (PCF). Menurut Santoso (2011), PCF terdiri : 1) Cash in dan 2) Cash out . Cash in diperoleh pelaksana dari: 1) Modal sendiri, 2) Pinjaman dan 3) Dana perdana dan termin dari owner. Cash out menurut Halpen dan Woodhead (2012) terdiri dari: 1) Indirect cost, 2) Direct cost dan 3) Mark Up terdiri dari Profit dan Informal cost..

Kondisi PCF pada setiap pelaksanaan konstruksi bervariasi, karena: 1) Informal cost bangunan owner pemerintah sangat besar dan 2) Pada proyek bangunan owner swasta, Informal cost relatif kecil tetapi, nominal penawaran sangat ketat dan tuntutan mutu tinggi, bahkan tender dilakukan pada setiap jenis pekerjaan (Djatkiko, B. 2016). Untuk mengetahui produktifitas pelaksana caranya adalah dengan melihat curve progres laporan dari konsultan pengawas. Apabila direkomendasikan cepat berarti produktivitas pelaksana melebihi time schedule dan curve S, sebaliknya apabila direkomendasikan lambat berarti progres pelaksana tidak mencapai target.

Berbagai cara untuk mengoptimalkan produktifitas/ progres antara lain: 1). Mark, CT (2012), menyimpulkan bahwa, untuk mengoptimalkan progres harus rinci dalam mengidentifikasi durasi rincian biaya utama proyek, menghitung aliran tunai secara periodik dan komulatif serta menggambar kurva progres secara teliti , dapat meningkatkan progres sebesar 2 - 3%, 2). Sukma, EK dkk (2014) dalam penelitiannya menggunakan simulasi fuzzy projec cash flow menyimpulkan bahwa: pembengkakan cash out karena bahan dan upah naik sebesar 7 % yang berakibat mengurangi laju progres, 3) Kurniawati (2013) menyatakan bahwa siklus arus kas dengan sistem logika fuzzy terkomputerisasi

pada perusahaan ekspidisi dapat memperkecil kesalahan akibat human error sebesar 2 % , sehingga produktivitas optimal, 4) Bidiawati dan Nasution (2013) menyatakan bahwa aplikasi logika fuzzy Mamdani dalam pengukuran produktivitas parsial perusahaan furniture diperoleh bisa meningkatkan produktivitas sebesar 2,5 %. dan 5) Saputro, A (2015) dengan fuzzy Mamdani menyimpulkan bahwa pengadaan barang yang dijual sesuai dengan yang laku. Tidak ada penumpukan barang dan kerusakan, faktor resiko bisa diminimalisasi 4% , produktivitas/ progres meningkat

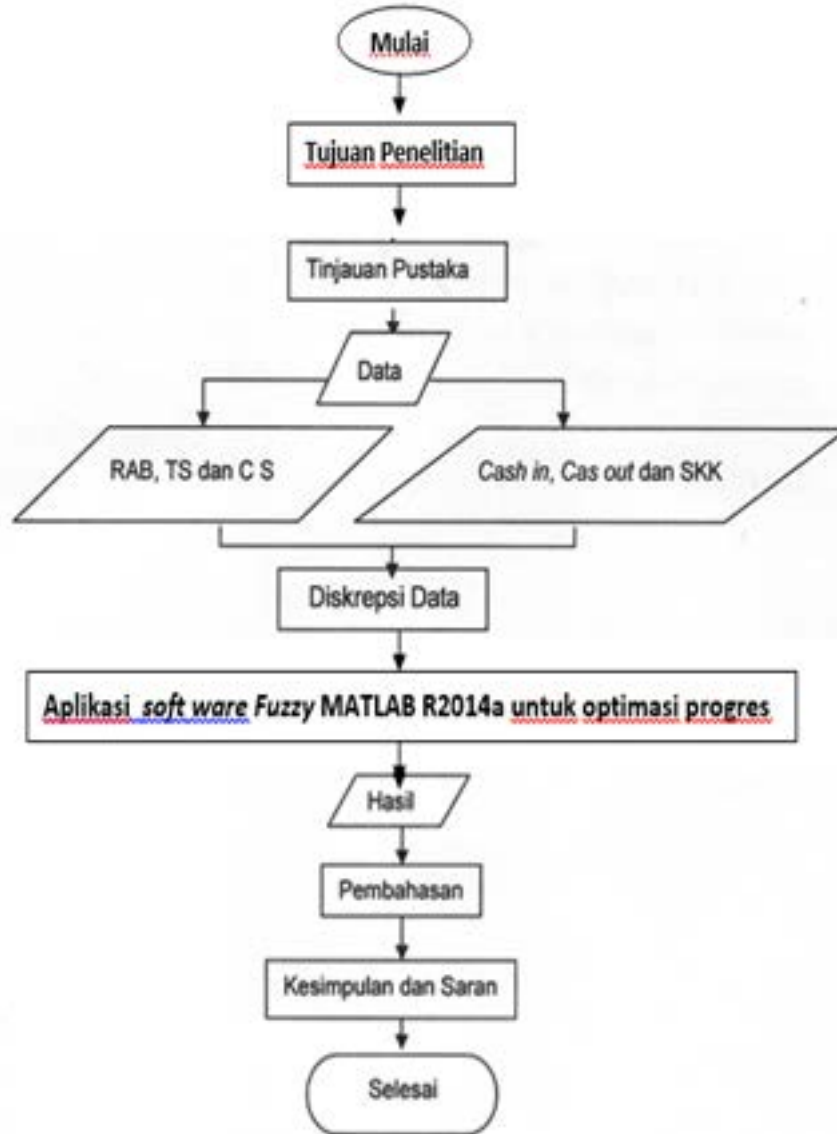
Berdasarkan kajian diatas produktifitas/ progres dioptimalkan bukan sebagai variabel out put, maka dalam penelitian ini dicoba progres sebagai variabel single out put dalam model fuzzy Mamdani sistem MISO (Multiple Input Single Output) (Widodo, 2005). Variabel inputnya: Direct Cost, Indirect Cost, Profit dan Informal cost (Halpen dan Woodhead 2012). Dilanjutkan menyusun model komputasi program fuzzy Mamdani MATLAB R2014a, meliputi 5 langkah yaitu: (1) Variabel input dan output, (2) Fungsi keanggotaan, (3) Membuat rules/ aturan, (4) Hubungan input dan output dan (5) Surface 3 dimensi (Kusumadewi, 2014). Variabel input maupun output berupa data Project Cash Flow (PCF) empiris para pelaksana konstruksi yang telah diteliti secara purposive oleh Djatkiko,B (2016) di kota Malang diperluas se Malang Raya. Apabila penelitian ini berhasil akan mempermudah simulasi untuk mengoptimalkan progres tanpa mengabaikan aspek lain .

Tujuan penelitian mengetahui model: 1) Himpunan fuzzy Mamdani untuk optimasi progres, 2) Pemrograman optimasi progres fuzzy Mamdani pada PCF dan 3) Hasil simulasi progres dengan komputasi fuzzy Mamdani MATLAB pada PCF.

**METODE**

Sampel purposive (Cochran, WG. 2015) berupa data RAB, time schedule/ kurva S, kurva progres, cash in, cash out dan SKK bangunan sipil yang telah selesai dikerjakan di Malang Raya. Metode Pengumpulan Data: 1). Data

primer RAB, time schedule, kurva S (rencana dan progres), cash in, cash out maupun PCF melalui studi dokumentasi wawancara dan 2). Data sekunder berupa dokumentasi hasil penelitian Djarmiko, B (2016). Sedangkan prosedur penelitian seperti gambar di bawah ini.



**Gambar 5.** Prosedur Penelitian

Keterangan:

RAB = Rencana Anggaran Biaya  
 TS = Time Schedule  
 SKK = Surat Kontrak Kerja

PCF = Project Cash Flow  
 CS = Curve S

**Tabel 1.** Jabaran Variabel Pemrograman Optimasi Progres

No	Konsep	Variabel	Sub variabel	Indikator
I	Pemodelan Untuk Menyusun himpunan fuzzy	1.1. Cash in		a. Modal sendiri
				b. Dana Pinjaman
				c. Dana perdana dari owner
				d. Termin
			1) Indirect cost	a. Pajak dan pengeluaran resmi
				b. Biaya operasional perusahaan
		1.2. Cash out	2) Direct cost	a. Belanja material
				b. Upah kerja
				c. Biaya alat + sewa/ uji mutu
				d. Membayar sub kontraktor
	3) Proin	e. Biaya tak terduga		
		a. Profit pelaksana		
		b. Informal cost		
II	Pemrograman optimasi progres Dengan soft wareFuzzy MAM-DANI R2014a	2.1. Input	1) Direct cost	Nilai [min – max] hasil survai
			2) Indirect cost	Nilai [min – max] hasil survai
			3) Informal cost	Nilai [min – max] hasil survai
			4) Profit	Nilai [min – max] hasil survai
		2.2. Out put	Progres	Slow - Fast(hasil komputasi)

Validasi hasil pemrograman menurut Kusumadewi (2014) caranya adalah diujikan untuk beberapa nilai input untuk mendapatkan kebenaran dan validasi *output*. Apabila hasil yang diperoleh kurang sesuai, maka diulangi pada proses dekomposisi variabel ke himpunan

*fuzzy* dan pada saat membuat rules. Jika hasil yang diperoleh sesuai, maka program langsung dihubungkan dengan sistem optimasi.

**HASIL**

Berdasarkan data yang diperoleh, cash in dan *cash out* seperti pada tabel 2. di bawah ini.

**Tabel 2.** Cash in dan Cash out Pada Pelaksana Jasa Konstruksi

No	Project Cash Flow (PCF)	Ada DP	Tanpa DP
1	2	3	4
I	1. Cash in :		
	1.1. Modal sendiri	0	10%
	1.2. Dana pinjaman	0	10%
	1.3. Dana perdana	10 – 20 %	0%
	1.4. Termin ke I	25 – 40 %	10 -15%
	1.5. Termin ke II	20 - 30 %	15 - 25%
	1.6. Termin ke III	10 -15 %	20 - 30%
	1.7. Termin ke IV	5 % (retensi)	30 - 40%
	1.8. Termin ke V		5% (retensi)
II	2. Cash out :		
	2.1. Indirect cost	10 - 25 %	10 - 25 %
	2.1.1. Pajak dan pengeluaran resmi	10 – 15%	10 – 15%

2.1.2. Biaya operasional perusahaan	5 – 10 %	5 – 10 %
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
2.2. Direct cost	50 - 75 %	60 - 75 %
2.2.1. Belanja material	40 - 50%	40 - 50%
2.2.2. Upah kerja	15 - 25%	15 - 25%
2.2.3. Biaya peralatan + sewa/ uji mutu	0,1 - 1%	0,1 - 1%
2.2.4. Membayar sub kontraktor	0 - 25%	0 - 25%
2.2.5. Biaya tak terduga	0 - 10%	0 - 10%
2.3. Profit dan Informal cost	15 - 25 %	15 - 25 %
2.3.1. Biaya tidak resmi (Informal cost)	5 -10 %	5 – 10 %
2.3.2. Profit pelaksana	5 -15 %	5 -15 %

Aplikasi *fuzzy* Mamdani dalam penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan trapesium, dengan pertimbangan antara lain: 1). Himpunan linguistik sesuai dengan data empiris untuk variabel *out put* (progres) ada dua macam yaitu cepat dan lambat. Selanjutnya variabel input menyesuaikan menggunakan dua himpunan linguistik (Kusumadewi, 2014). 2). Hubungan antara variabel input dan varia-

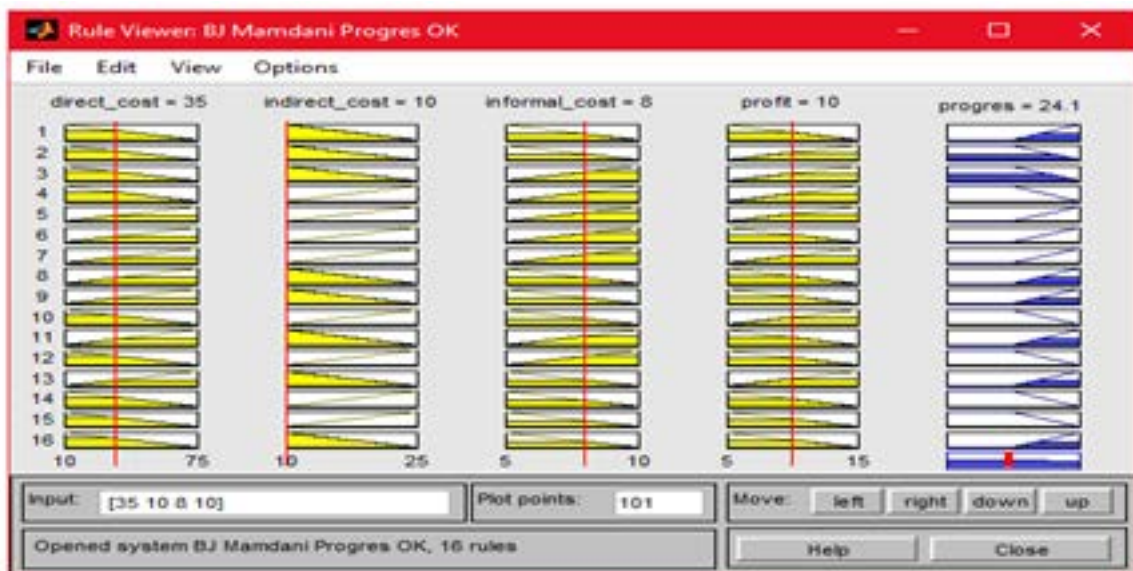
bel output atau fungsi implikasi adalah MISO, 3). Jumlah aturan *fuzzy* = 16 rules implikasi dari 4 variabel input dan 1 variabel *output*, dan 5). Menggunakan aturan kontrol/ operasi *fuzzy* MAX – DOT, sehingga hasil pada variabel output hanya satu nilai yaitu “nilai maksimum”, sehingga mempermudah untuk dipakai sebagai dasar pengambilan keputusan. Semesta pembicaraan pada masing-masing variabel *fuzzy* Mamdani seperti pada tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3.** Variabel Himpunan Fuzzy Mamdani FK Trapesium

No	Fungsi	Variabel	Himpunan Linguistik	Semesta Pembicaraan (%)
1	Input	Direct cost	minimum	Oct-75
			maximum	
		Indirect cost	minimum	25-Oct
			maximum	
		Informal cost	minimum	10-May
			maximum	
		Profit	minimum	15-May
			maximum	
2	Out put	Progres	Slow	< 25
			Fast	>25

Contoh hasil simulasi komputasi optimasi progres dapat dilihat di bawah ini:

Contoh 1: Hasil simulasi nilai progres MAX = 24,1%



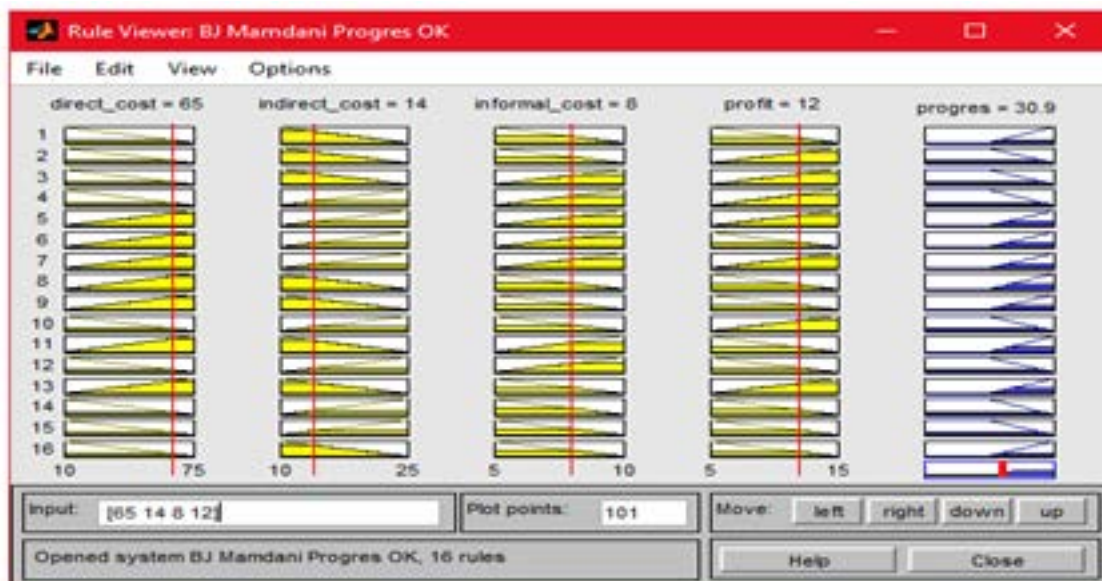
**Gambar 6.** Progres MAX = 24,1 %

Contoh 2: Hasil simulasi nilai progres MAX = 26,5 %



Gambar 7. Progres MAX = 26,5 %

Contoh 3: Hasil simulasi nilai progres MAX = 30,9 %



Gambar 8. Progres MAX = 30,9 %

## PEMBAHASAN

Pada gambar 6, variabel input dimasukkan nilai direct cost = 35 %, nilai indirect cost = 10 %, nilai informal cost = 8 % dan nilai profit = 10 %, maka pada variabel output diperoleh nilai progres = 24,1 % < 25 %. Yang berarti progres lambat/ slow sebesar= 24,1 - 25 = - 0,9 % dari progres rencana sebesar 25 % ke dua yaitu

menuju progres rencana sebesar 50 %. Atau secara riil dapat dirinci bahwa total progres = 25 + 24,1 = 49,1 % < 50 % (progres rencana 25 % kedua), sehingga progres lambat/ slow sebesar = 49,1 - 50 = - 0,9 % (sama dengan hitungan awal). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sukma, EK dkk (2014) terjadi keterlambatan berakibat dana proyek membengkak, sedang-



kan dalam penelitian simulasi ini terjadi slow karena salah mengalokasikan dana. Total dana keluar = total nilai variabel input =  $35 + 10 + 8 + 10 = 63 \% < 100 \%$  (total dana proyek).

Progres lambat/ slow sebesar =  $- 0,9 \%$  menurut (Lu W and Jian Lu, 2014), berdampak pada tidak bisa dicairkan termyn ke dua, karena progres =  $49,1 \% < 50 \%$ . Apabila hal ini betul terjadi, maka simulasi harus dirubah seperti pada gambar 9 di bawah ini.

dapat dirinci bahwa total progres =  $50 + 26,5 = 76,5 \% < 75 \%$  (progres rencana 25 % ke tiga), sehingga progres cepat/ fast sebesar =  $76,5 - 75 = +1,5 \%$ , sehingga termyn bisa diterima pelaksana (B. Jafarizadeh, 2010). Pada gambar 8, variabel input memasukkan nilai direct cost = 65 %, nilai indirect cost = 14 %, nilai informal cost = 8 % dan nilai progres = 12 %, maka pada variabel output yaitu



Gambar 9. Progres MAX = 26,7 %

Dengan salah satu cara mengurangi profit yang semula dialokasikan 10 % (gambar 6), diturunkan menjadi 8 % (gambar 9) dan hasilnya progres meningkat menjadi 26,7 %  $> 25 \%$  atau lebih cepat/ fast sebesar =  $(25 + 26,7) - 50 = + 1,7 \%$  yang berarti termyn bisa diterima pelaksana (KC. Iyer and R. Kumar, 2016).

Pada gambar 7, variabel input memasukkan nilai direct cost = 55 %, nilai indirect cost = 21 %, nilai informal cost = 7 % dan nilai progres = 12 %, maka pada variabel output yaitu progres diperoleh nilai sebesar = 26,5 %  $> 25 \%$ . Yang berarti secara riil

nilai profit diperoleh =  $30,9 \% > 25 \%$ . Yang berarti secara riil dapat dirinci bahwa total progres =  $75 + 30,9 = 105,9 \% < 100 \%$  (progres rencana 25 % ke empat), sehingga progres cepat/ fast sebesar =  $105,9 - 100 = +5,9 \%$ , sehingga termyn bisa diterima pelaksana (B. Jafarizadeh, 2010) dan (D. Bao, et al, 2012).

## SIMPULAN DAN SARAN

1. Model himpunan fuzzy Mamdani untuk optimasi progres PCF terdiri: 1) Variabel input memiliki 2 himpunan linguistik (maxi

mum – minimum) dan me miliki 4 sub variabel dengan semesta pembicaraan (%) yaitu; (1) Direct Cost (10–75), (2) Indirect cost (10–25), (3) Informal cost (5-10) dan (4) Profit (5-15). 2) Variabel output me miliki 2 himpunan linguistik (slow-fast) dan memiliki 1 sub variabel yaitu progres dengan semesta pembicaraan ( $< 25$ =slow,  $>25$ =fast).

2. Model pemrograman optimasi progres fuzzy Mamdani dengan indikator, 1). Fungsi ke anggotaan trapesium, 2). Himpunan linguistik dua macam (minimum – maximum dan slow – fast), 3). Fungsi implikasi MISO (4 variabel input; direct cost, indirect cost, informal cost, profit dan 1 variabel output; progres), 4). Sistem operasi “MAX - DOT”, 5). Aturan fuzzy (if ... and ... then) = 16 rules dan 6) Menggunakan soft ware MATLAB R2014a

3. Hasil simulasi yaitu: 1) Diperoleh progres slow jika dalam mengalokasikan dana pada variabel input tidak berimbang dan dan 2) Sebaliknya akan diperoleh progres fast jika alokasi dana pada variabel input berimbang. Disarankan untuk mengkaji lebih mendalam hendaknya dilakukan penelitian lanjutan dengan fungsi keanggotaan selain trapesium serta jenis PCF bangunan yang lain

## DAFTAR PUSTAKA

- Bidiawati dan Nasutioan. 2013. Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Pengukuran Produktivitas Parsial Perusahaan, Jurusan Teknik Industri, FTI, Universitas Bung Hatta, Padang.
- Bachtiar, S. 2013. Rencana Anggaran Biaya Bangunan. Graha Ilmu. Jogjakarta.
- Bao Dichu, et al. 2012. Journal of Corporate Finance. Letter 18, 290-292
- Cochran WG. 2015. Teknik Penarikan Sampel Penerjemah: Rudiansyah (Harvard University, Harvard, 2015), pp 21 – 22
- Mark, T. 2012. ABC of Cash Flow Projections. AACE, International Transaction.
- Djarmiko, Bambang. 2016. Pemodelan Project Cash Flow Pada Pelaksana Konstruksi di Kota Malang. LP2M, Universitas Negeri Malang. Malang
- Halpen, DW dan Woodhead, Ronald W. 2012. Construction Management. John Wiley & Sons. Inc. New York. USA.
- Iyer KC and Kumar R. 2016. Procedia Engineering. Letters 145, 388-395
- Jafarizadeh B. 2010. Journal of Petroleum Science and Engineering. Letters 75, 54-57
- Kusumadewi, S. 2014. Analisis & Desain Sistem Fuzzy. Menggunakan TOOLBOX MATLAB. Graha Ilmu. Jogjakarta.
- Kusumadewi, S. 2014. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya).. Graha Ilmu. Jogjakarta.
- Kurniawati. 2013. Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Terkomputerisasi Atas Siklus Arus Kas Pada PT X di Surabaya. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Lu W and Jian Liu. 2014. International Journal of Project Management . Letters 32, 654-662
- Hasyim, Hamzah. 2015. Estimasi Biaya Bangunan. FPS. Universitas Braijaya. Malang
- Santoso, B. 2011. Manajemen Proyek. Guna Widya. Surabaya.
- Sukma, KE. Diputro, SH. Wiguna, IPA. 2014. Pemodelan Schedule dan Cost Pada Pekerjaan di Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya-Mojokerto Seksi IV. (Online) <http://mmt.its.ac.id/download/SEMNAS/SEMNAS%20XXI/MP/19.%20Prosiding%20Kunindiarta-OK.pdf>, diakses 26 Februari 2014.
- Widodo, TS. 2015. Sistem Neuro Fuzzy. Graha Ilmu. Yogyakarta