

Optimalisasi Jumlah Produksi Paving dan Batako Menggunakan Metode *Fuzzy Inference System Tsukamoto* dengan Peramalan

Yoga Adhi Wicaksono¹, Rindra Yusianto², Tita Talitha³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri – S1, Fakultas Teknik,

Universitas Dian Nuswantoro Semarang

Jl. Nakula I No. 5-11 Semarang

¹yoga.awee@gmail.com, ²rindra@staff.dinus.ac.id, ³titatalitha@gmail.com

Abstrak

Penentuan jumlah optimal produk yang akan diproduksi menjadi kunci bagi perencanaan produksi yang tepat. Pada UKM Paving Batako Muntilan Asli (PBMA), proses produksi paving dan batako masih mengalami permasalahan dalam perencanaan. Permintaan yang tidak menentu dari konsumen berpengaruh besar terhadap produksi paving dan batako, sehingga didapatkan dalam penelitian ini adalah pengolahan data menggunakan FIS *Tsukamoto* dengan peramalan, metode peramalan yang digunakan diantaranya *Moving Average*, *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, *ARIMA* yang bertujuan mencari metode terbaik dalam mengoptimalkan jumlah produksi paving dan batako. Hasil dari penelitian ini didapatkan metode FIS *Tsukamoto* dengan peramalan *Single Exponential Smoothing* adalah metode terbaik dalam mengoptimalkan jumlah produksi paving dan batako, dengan tingkat akurasi *error* paling rendah yaitu pada produk paving memiliki nilai MAPE 13%, MAD 553 dan MSE 791.022 sedangkan pada produk batako memiliki nilai MAPE 43,6%, MAD 168,1 dan MSE sebesar 53.629,8. Terbukti pula pada perbandingan terhadap data permintaan bulan Januari 2015 hingga Juni 2015, bahwa pada produk paving memiliki nilai MSE 39.789,33 dan pada produk batako memiliki nilai MSE 4.350.

Kata Kunci : Perencanaan, Metode Peramalan, FIS *Tsukamoto*, Tingkat akurasi *Error*

Abstract

Determination of the optimal products that will be produced is the key to proper production planning. In the UKM PBMA (Paving Batako Muntilan Asli), the production of paving and batako are experiencing problem to products planning. Consumer demand are not stabilized to be product planning influence. so obtained in this research is data processing using Fuzzy Inference System Tsukamoto with forecasting, forecasting methods used include Moving Average, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, ARIMA which aims to find the best method in optimizing the production quantities of paving and batako. Finally FIS Tsukamoto with Single Exponential method are the best method to determine of total optimalitation paving and batako. The rate error accuracy of paving has a value of MAPE 13 % , MAD 553 and MSE 791.022. The rate error accuracy of batako has a value of MAPE 43,6 % , MAD 168,1 and MSE 53.629,8. Evident also in comparison to the data requests of January 2015 to June 2015 , that the paving products have value on the MSE 39.789,33 and the batako products have the MSE 4.350 .

Key word : Planning, Forecasting Method, FIS Tsukamoto, Error Rate

1. PENDAHULUAN

Perencanaan produksi merupakan area yang sangat penting dalam pembuatan keputusan level strategis perusahaan, khususnya dalam perusahaan manufaktur. Penentuan jumlah optimal produk yang akan diproduksi menjadi kunci bagi perencanaan produksi yang tepat.

Permasalahan yang di alami pada usaha produksi UKM Paving Batako Muntian Asli (PBMA) yang bergerak dalam pembuatan paving dan batako adalah tingginya permintaan yang mengakibatkan kekurangan stok (*short stock*) dan terkadang mengalami kelebihan stok (*over stock*) sehingga memakan biaya penyimpanan dan rawan akan kerusakan terhadap produk. Data penjualan paving menunjukan pada bulan Oktober 2014 mengalami kekurangan stok (*short stock*) tertinggi sebanyak 2030 pcs dan pada bulan Januari 2014 mengalami kelebihan stok (*over stock*) tertinggi sebanyak 3485 pcs, sedangkan data penjualan batako menunjukan pada bulan Desember 2014 mengalami kekurangan stok (*short stock*) tertinggi sebanyak 545 pcs dan pada bulan Oktober 2014 mengalami kelebihan stok (*over stock*) tertinggi sebanyak 470 pcs.

Masalah tersebut muncul karena tidak stabilnya pemesanan yang dilakukan oleh konsumen dan ketidak tepatan pihak manajemen untuk

mengambil suatu keputusan dalam proses perencanaan produksi.

Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan sistem pendukung keputusan yaitu metode FIS (*Fuzzy Inference System*) Tsukamoto dengan peramalan (*forecasting*).

Metode Tsukamoto dipilih karena setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang *monoton*. Sebagai hasilnya, output dari setiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan *alpha*, kemudian diperoleh hasil akhir dengan hasil rata-rata terpusat. Metode Tsukamoto menampilkan keluaran berupa perhitungan Defuzzyfikasi. Hasil perhitungan Fuzzy Tsukamoto akan didapatkan output yang berupa jumlah barang yang akan diproduksi, sehingga perusahaan dapat mengoptimalkan produk.

Peramalan (*forecasting*) dipilih karena dalam perencanaan produksi pada umumnya, peramalan digunakan untuk mengetahui bagaimana perencanaan pada waktu yang akan datang . Di dalam peramalan (*forecasting*) terdapat banyak metode dalam menentukan jumlah produksi di waktu yang akan datang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, beberapa data yang digunakan untuk

menyelesaikan permasalahan pada UKM PBMA adalah Data permintaan konsumen, data produksi, dan data persediaan paving dan batako UKM PBMA periode bulan Januari 2013 hingga Bulan Desember 2014.

Tabel 1. Data Permintaan Konsumen, Jumlah Produksi dan Stok untuk Produk Paving Tahun 2013-2014

Bulan	Jumlah Permintaan	Produksi	Stok
Des-12			200
Jan-13	3245	3000	-45
Feb-12	4200	3500	-700
Mar-13	3900	4150	250
Apr-13	3330	4000	920
Mei-13	2500	3100	1520
Jun-13	2558	1600	562
Jul-13	1600	1510	472
Agust-13	2025	1500	-53
Sep-13	4100	2500	-1600
Okt-13	6100	4510	-1590
Nop-13	5500	6200	700
Des-13	7210	5020	-1490
Jan-14	4165	7650	3485
Feb-14	4700	1550	335
Mar-14	4050	4400	685
Apr-14	3450	3410	-40
Mei-14	2100	3500	1400
Jun-14	2710	1500	190
Jul-14	1562	2600	1228
Agust-14	1705	1200	723
Sep-14	3934	1560	-1651
Okt-14	6230	4200	-2030
Nop-14	4960	6200	1240
Des-14	8245	5500	

Tabel 2. Data Permintaan Konsumen, Jumlah Produksi dan Stok untuk Produk Paving Tahun 2013-2014

Bulan	Jumlah Permintaan	Produksi	Stok
Des-12			20
Jan-13	452	350	-82
Feb-12	345	400	55
Mar-13	670	400	-215

Apr-13	490	550	60
Mei-13	710	450	-200
Jun-13	445	700	255
Jul-13	230	200	225
Agust-13	692	200	-267
Sep-13	980	700	-280
Okt-13	920	810	-110
Nop-13	1050	950	-100
Des-13	1100	800	-300
Jan-14	1235	950	-285
Feb-14	360	830	470
Mar-14	610	200	60
Apr-14	459	550	151
Mei-14	681	300	-230
Jun-14	466	600	134
Jul-14	175	330	289
Agust-14	689	200	-200
Sep-14	1245	700	-545
Okt-14	888	950	62
Nop-14	1174	950	-162
Des-14	1167	950	

Keterangan:

- Nilai stok paving menunjukkan stok yang ada pada bulan sebelumnya. Misalkan pada bulan Januari 2013 berarti stok paving yang digunakan sisa stok paving dari bulan Desember 2012 dan seterusnya.
- Nilai stok paving yang bertanda min (-), menunjukkan jumlah stok yang ada pada bulan itu adalah kekurangan stok.

2.2 Pengolahan Data

Dalam Pengolahan data metode yang digunakan adalah metode FIS *Tsukamoto* dengan Peramalan. Berikut alur metode Penelitian tugas Akhir.

berdasarkan data bulan Januari 2013 hingga bulan Desember 2014

Tabel 3. Hasil Pembahasan Peramalan Data Permintaan Paving

Kriteria	Metode MA	Metode SES	Metode DBS	Metode ARIMA
MAPE	40	29	35	66,66
MAD	1.526	1.114	1.277	1.571,76
MSE	3.310.39	210.384	2.398.04	2.470.429
	6		9	

Tabel 4. Hasil Peramalan Paving Metode *Single Exponential Smoothing*.

Periode (bulan)	Forecasting (pcs)
Januari 2015	7.897
Febuari 2015	7.897
Maret 2015	7.897
April 2015	7.897
Mei 2015	7.897
Juni 2015	7.897

Berdasarkan Tabel 1. Metode peramalan yang digunakan untuk produk paving yaitu metode *Single Exponential Smoothing* (SES), karena memiliki tingkat akurasi error paling rendah. Dengan jumlah produksi untuk bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 sebanyak 7.897 pcs

1. Peramalan Batako

Seperti halnya paving hasil pembahasan batako mengambil nilai tingkat akurasi error terendah.

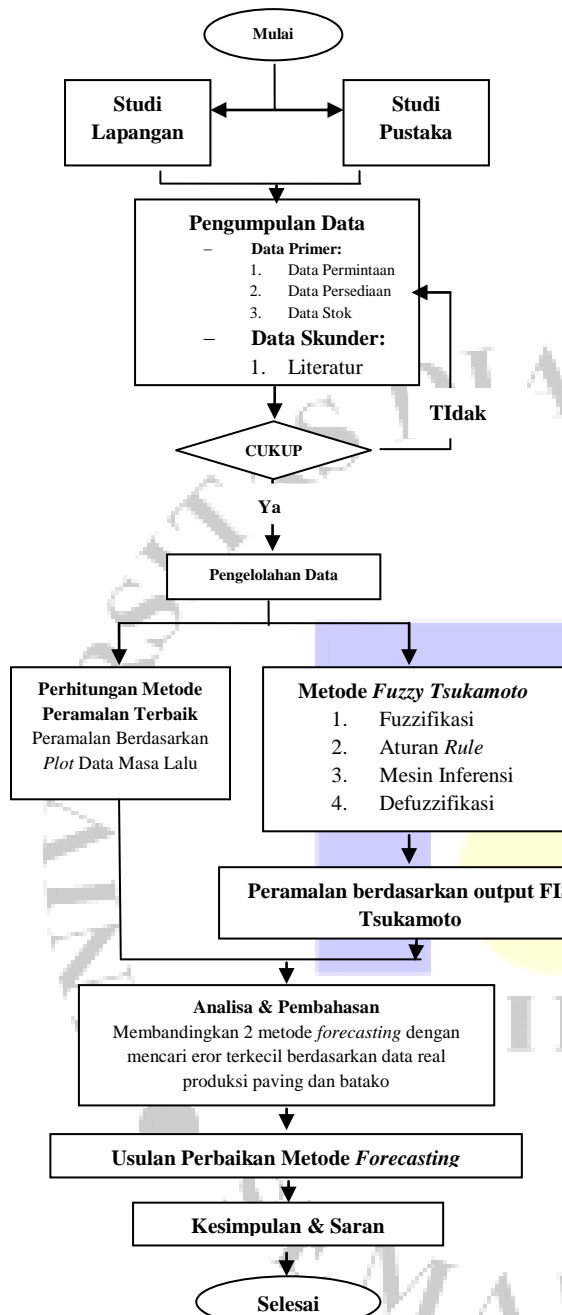
Tabel 5. Hasil Pembahasan Peramalan Data Permintaan Batako

Kriteria	Metode MA	Metode SES	Metode DBS	Metode ARIMA
MAPE	52	46,2	48	-
MAD	277	236,8	241	-
MSE	114.841	92.133,1	102.085	-

Tabel 6. Hasil Peramalan Paving Metode *Single Exponential Smoothing*

Periode (bulan)	Forecasting (pcs)
Januari 2015	1.133
Febuari 2015	1.133
Maret 2015	1.133
April 2015	1.133
Mei 2015	1.133
Juni 2015	1.133

Berdasarkan Tabel 3. Metode peramalan yang digunakan untuk produk batako



Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembahasan Metode Peramalan

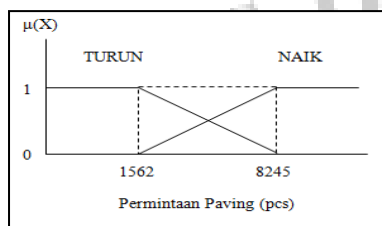
1. Peramalan Paving

Pembahasan untuk peramalan terbaik berdasarkan MAPE, MAD dan MSE peramalan permintaan paving

yaitu metode *Single Exponential Smoothing* (SES), karena memiliki tingkat akurasi eror paling rendah. Dengan jumlah produksi untuk bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 sebanyak 1.133 pcs

3.2 Pembahasan Metode FIS Tsukamoto

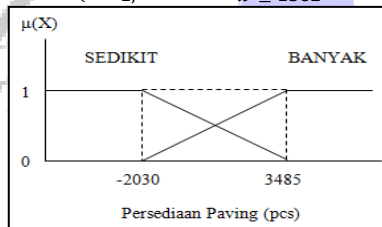
1. Fungsi Keanggotaan Himpunan FIS Tsukamoto Paving



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* dari Variabel Permintaan Paving

$$\mu_{\text{NAIK}}[X] = \begin{cases} 0; & x \leq 1562 \\ \frac{x-1562}{8245-1562}; & 1562 \leq x \leq 8245 \\ 1; & x \geq 8245 \end{cases}$$

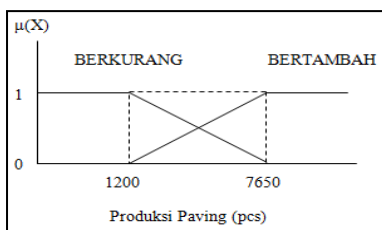
$$\mu_{\text{TURUN}}[X] = \begin{cases} 0; & x \geq 8245 \\ \frac{8245-x}{8245-1562}; & 1562 \leq x \leq 8245 \\ 1; & x \leq 1562 \end{cases}$$



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* dari Variabel Persediaan Paving

$$\mu_{\text{BANYAK}}[X] = \begin{cases} 0; & x \leq -2030 \\ \frac{x-(-2030)}{3485-(-2030)}; & -2030 \leq x \leq 3485 \\ 1; & x \geq 3485 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{SEDIKIT}}[X] = \begin{cases} 0; & x \geq 3485 \\ \frac{3485-x}{3485-(-2030)}; & -2030 \leq x \leq 3485 \\ 1; & x \leq -2030 \end{cases}$$

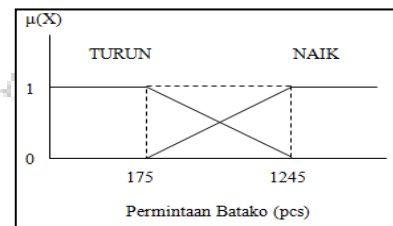


Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* dari Variabel Produksi Paving

$$\mu_{\text{BERTAMBAH}}[X] = \begin{cases} 0; & x \leq 1200 \\ \frac{x-(1200)}{7650-(1200)}; & 1200 \leq x \leq 7650 \\ 1; & x \geq 7650 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{BERKURANG}}[X] = \begin{cases} 0; & x \geq 7650 \\ \frac{7650-x}{7650-(1200)}; & 1200 \leq x \leq 7650 \\ 1; & x \leq 1200 \end{cases}$$

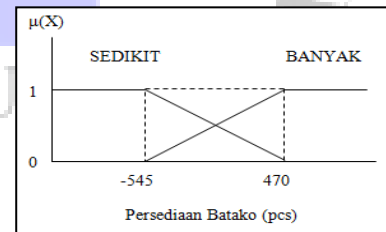
2. Fungsi Keanggotaan Himpunan FIS Tsukamoto Batako



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* dari Variabel Permintaan Batako

$$\mu_{\text{NAIK}}[X] = \begin{cases} 0; & x \leq 175 \\ \frac{x-175}{1245-175}; & 175 \leq x \leq 1245 \\ 1; & x \geq 1245 \end{cases}$$

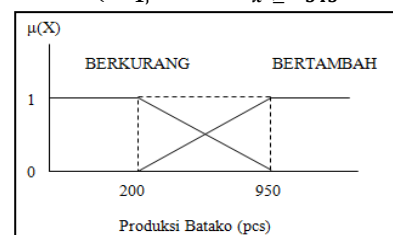
$$\mu_{\text{TURUN}}[X] = \begin{cases} 0; & x \geq 1245 \\ \frac{1245-x}{1245-175}; & 175 \leq x \leq 1245 \\ 1; & x \leq 175 \end{cases}$$



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* dari Variabel Persediaan Batako

$$\mu_{\text{BANYAK}}[X] = \begin{cases} 0; & x \leq -545 \\ \frac{x-(-545)}{470-(-545)}; & -545 \leq x \leq 470 \\ 1; & x \geq 470 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{SEDIKIT}}[X] = \begin{cases} 0; & x \geq 470 \\ \frac{470-x}{470-(-545)}; & -545 \leq x \leq 470 \\ 1; & x \leq -545 \end{cases}$$



Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Himpunan *Fuzzy* dari Variabel Produksi Batako

3. Aturan Rules FIS Tsukamoto Produk Paving dan Batako

Berikut adalah aturan rule untuk produk paving dan Batako yang diberikan untuk aturan *fuzzy* yang nantinya akan dinotasikan dengan α :

- [R1] **IF** Permintaan **TURUN** And Persediaan **BANYAK** **THEN** Produksi Barang **BERKURANG**;
- [R2] **IF** Permintaan **TURUN** And Persediaan **SEDIKIT** **THEN** Produksi Barang **BERKURANG**;
- [R3] **IF** Permintaan **NAIK** And Persediaan **BANYAK** **THEN** Produksi Barang **BERTAMBAH**;
- [R4] **IF** Permintaan **NAIK** And Persediaan Barang **SEDIKIT** **THEN** Produksi Barang **BERTAMBAH**;

4. Mesin Inferensi Produk Paving

$$\alpha\text{-predikat1} = \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}; \mu_{\text{PsdBANYAK}})$$

$$z_1 = 7650 - (\min(\mu_{\text{PmtTURUN}}; \mu_{\text{PsdBANYAK}}) \times 8245)$$

$$\alpha\text{-predikat2} = \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}; \mu_{\text{PsdSEDIKIT}})$$

$$z_2 = 7650 - (\min(\mu_{\text{PmtTURUN}}; \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}) \times 8245)$$

$$\alpha\text{-predikat3} = \min(\mu_{\text{PmtNAIK}}; \mu_{\text{PsdBANYAK}})$$

$$z_3 = (\min(\mu_{\text{PmtNAIK}}; \mu_{\text{PsdBANYAK}}) \times 8245) + 1200$$

$$\alpha\text{-predikat4} = \min(\mu_{\text{PmtNAIK}}; \mu_{\text{PsdSEDIKIT}})$$

$$z_4 = (\min(\mu_{\text{PmtNAIK}}; \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}) \times 8245) + 1200$$

5. Mesin Inferensi Produk Batako

$$\alpha\text{-predikat1} = \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}; \mu_{\text{PsdBANYAK}})$$

$$z_1 = 950 - (\min(\mu_{\text{PmtTURUN}}; \mu_{\text{PsdBANYAK}}) \times 1245)$$

$$\alpha\text{-predikat2} = \min(\mu_{\text{PmtTURUN}}; \mu_{\text{PsdSEDIKIT}})$$

$$z_2 = 950 - (\min(\mu_{\text{PmtTURUN}}; \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}) \times 1245)$$

$$\alpha\text{-predikat3} = \min(\mu_{\text{PmtNAIK}}; \mu_{\text{PsdBANYAK}})$$

$$z_3 = (\min(\mu_{\text{PmtNAIK}}; \mu_{\text{PsdBANYAK}}) \times 1245) + 200$$

$$\alpha\text{-predikat4} = \min(\mu_{\text{PmtNAIK}}; \mu_{\text{PsdSEDIKIT}})$$

$$z_4 = (\min(\mu_{\text{PmtNAIK}}; \mu_{\text{PsdSEDIKIT}}) \times 1245) + 200$$

6. Defuzzifikasi Produk Paving

Berikut Defuzzifikasi produk paving dengan bantuan MATLAB *Software*

Tabel 7. Hasil Defuzzifikasi Produk Paving

Periode	Permintaan	Persediaan	Produksi
Jan-13	3.245	200	3343
Feb-13	4.200	-45	3810
Mar-13	3.900	-700	3408
Apr-13	3.330	250	3396
Mei-13	2.500	920	3255
Jun-13	2.558	1.520	3013
Jul-13	1.600	562	3487
Agust-13	2.025	472	3283
Sep-13	4.100	-53	3722
Okt-13	6.100	-1.600	5980
Nop-13	5.500	-1.590	5198
Des-13	7.210	700	5571
Jan-14	4.165	-1.490	3497
Feb-14	4.700	3.485	4119
Mar-14	4.050	335	3796
Apr-14	3.450	685	3528
Mei-14	2.100	-40	3022
Jun-14	2.710	1.400	3112
Jul-14	1.562	190	3371
Agust-14	1.705	1.228	3309
Sep-14	3.934	723	3776
Okt-14	6.230	-1.651	6177
Nop-14	4.960	-2.030	4510
Des-14	8.245	1.240	5465

7. Defuzzifikasi Produk Batako

Berikut Defuzzifikasi produk paving dengan bantuan MATLAB *Software*

Tabel 8. Hasil Defuzzifikasi Produk Batako

Periode	Permintaan	Persediaan	Produksi
Jan-13	452	20	389
Feb-13	345	-82	341
Mar-13	670	20	539
Apr-13	490	-82	368
Mei-13	710	55	575
Jun-13	445	-215	348
Jul-13	230	60	134
Agust-13	692	-200	555
Sep-13	980	255	848
Okt-13	920	225	799
Nop-13	1050	-267	805
Des-13	1100	-280	821
Jan-14	1235	-110	988
Feb-14	360	-100	240
Mar-14	610	-300	412
Apr-14	459	-285	383
Mei-14	681	470	546
Jun-14	466	60	344
Jul-14	175	151	256
Agust-14	689	-230	550
Sep-14	1245	134	886
Okt-14	888	289	865
Nop-14	1174	-200	849
Des-14	1167	-545	860

3.3 Pembahasan Metode FIS Tsukamoto dengan Peramalan

Pembahasan FIS Tsukamoto dengan peramalan yaitu meramalkan produksi kedepan pada bulan Januari 2015 hingga bulan Juni 2015 menggunakan *Single Exponential Smoothing*. Berikut pembahasannya:

1. FIS Tsukamoto dengan Peramalan Produksi Paving

Tabel 9. Hasil Akurasi Pengukuran FIS Tsukamoto dengan *Single Exponential Smoothing* pada Peramalan Paving

Akurasi Pengukuran	$\alpha=0,656272$
MAPE	13
MAD	553
MSD	791.479

Tabel 10. Hasil Peramalan FIS Tsukamoto dengan *Single Exponential Smoothing* pada Peramalan Paving

Periode (bulan)	Forecasting (pcs)
Januari 2015	5.230
Febuari 2015	5.230
Maret 2015	5.230
April 2015	5.230
Mei 2015	5.230
Juni 2015	5.230

2. FIS Tsukamoto dengan Peramalan Produksi Batako

Tabel 11. Hasil Akurasi Pengukuran FIS Tsukamoto dengan *Single Exponential Smoothing* pada Peramalan Batako

Akurasi Pengukuran	$\alpha=0,656272$
MAPE	43,6
MAD	168,1
MSD	53.642,2

Tabel 12. Hasil Peramalan FIS Tsukamoto dengan *Single Exponential Smoothing* pada Peramalan Batako

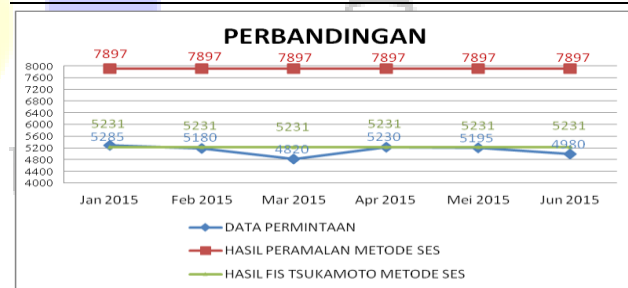
Periode (bulan)	Forecasting (pcs)
Januari 2015	855
Febuari 2015	855
Maret 2015	855
April 2015	855
Mei 2015	855
Juni 2015	855

3.4 Pembahasan Perbandingan Metode FIS Tsukamoto dengan Peramalan

1. Perbandingan FIS Tsukamoto dengan Peramalan Produksi Paving

Tabel 4.11 Hasil Perbandingan Peramalan Terbaik Dengan FIS Tsukamoto Produksi Paving

Data Permintaan Bulan Januari 2015 hingga Juni 2015	Hasil Peramalan Terbaik Metode SES	MSE Bulan Januari 2015 hingga Juni 2015	Hasil Tsukamoto Metode SES	MSE Bulan Januari 2015 hingga Juni 2015
5.285	7.897	6.822.544	5.231	2.961
5.180	7.897	7.382.089	5.231	2.601
4.820	7.897	7.128.900	5.231	168.921
5.230	7.897	7.112.889	5.231	1
5.195	7.897	7.300.804	5.231	1.296
4.980	7.897	7.059.649	5.231	63.001
	Rata-rata error	7.765.857,3	Rata-rata error	39.789,33



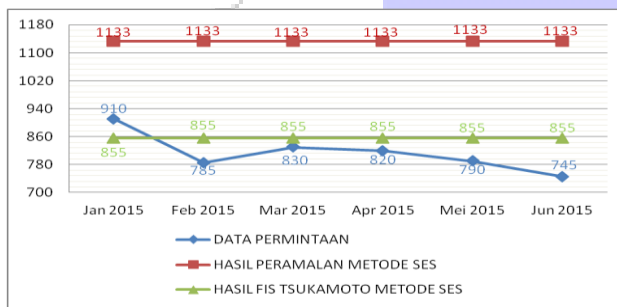
Gambar 8. Control Chart Hasil Perbandingan FIS Tsukamoto dengan Peramalan Produk Paving

Pada Gambar 8. Control Chart menunjukkan bahwa hasil output yang memiliki hasil error terendah yaitu dengan metode FIS Tsukamoto terbukti hasil output produksi dengan line warna hijau hampir sama dengan data permintaan pada bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 dengan line warna biru.

2. Perbandingan FIS Tsukamoto dengan Peramalan Produksi Paving

Tabel 4.11 Hasil Perbandingan Peramalan Dengan FIS Tsukamoto Produksi Batako

Data Permintaan Bulan Januari 2015 hingga Juni 2015	Hasil Peramalan Terbaik Metode SES	MSE Bulan Januari 2015 hingga Juni 2015	Hasil Tsukamoto Metode SES	MSE Bulan Januari 2015 hingga Juni 2015
910	1.133	49.729	855	3.025
785	1.133	121.104	855	4.900
830	1.133	91.809	855	625
820	1.133	97.969	855	1.225
790	1.133	117.649	855	4.225
745	1.133	150.544	855	12.100
	Rata-rata <i>error</i>	104.800,66	Rata-rata <i>error</i>	4.350



Gambar 9. Control Chart Hasil Perbandingan FIS Tsukamoto dengan Peramalan Produk Batako

Pada Gambar 9. Control Chart menunjukkan bahwa hasil *output* yang memiliki hasil *error* terendah yaitu dengan metode FIS Tsukamoto terbukti hasil *output* produksi dengan *line* warna hijau hampir sama dengan data permintaan pada bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 dengan *line* warna biru.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan didapatkan kesimpulan yang menjawab dari rumusan masalah sebagai berikut:

1. Metode peramalan yang menghasilkan *error* terkecil menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* untuk produk paving maupun batako, terbukti untuk paving dengan tingkat akurasi *error* nilai MAPE sebesar 29 % dengan kriteria diantara 20% - 50%, yang berarti kemampuan peramalannya cukup baik, nilai MAD sebesar 1.114 dimana rata-rata *error* dalam peramalan sebesar 1.114 dan nilai MSE sebesar 210.384, nilai MSE hasil perbandingan peramalan paving dengan permintaan data riil paving bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 didapatkan sebesar 7.765.857,3, sedangkan produk batako dengan tingkat akurasi *error* nilai MAPE sebesar 46,2 % dengan kriteria diantara 20% - 50%, yang berarti kemampuan peramalannya cukup baik, nilai MAD sebesar 236,8 dimana rata-rata *error* dalam peramalan sebesar 236,8 dan nilai MSE sebesar 92.133,1. nilai MSE hasil perbandingan peramalan batako dengan permintaan data riil batako bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 didapatkan sebesar 104.800,66.
2. Hasil dari metode FIS Tsukamoto produk paving untuk bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 didapatkan peramalan sebesar 5.231, nilai MSE hasil perbandingan dengan data permintaan riil bulan Januari 2015

hingga Juni 2015 adalah sebesar 39789,33. Hasil dari metode FIS Tsukamoto produk batako untuk bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 didapatkan peramalan sebesar 855, nilai MSE hasil perbandingan dengan data permintaan riil bulan Januari 2015 hingga Juni 2015 adalah sebesar 4350.

3. Metode yang dapat direkomendasikan untuk optimalisasi jumlah produksi paving pada UKM PBMA adalah Metode FIS Tsukamoto dengan hasil nilai MSE sebesar 39.789,33 lebih kecil daripada nilai MSE peramalan terbaik yaitu 7.765.857,3. Metode yang dapat diterapkan untuk optimalisasi jumlah produksi batako pada UKM PBMA adalah Metode FIS Tsukamoto dengan hasil nilai MSE sebesar 4350 lebih kecil daripada nilai MSE pada peramalan yaitu sebesar 104.800,66.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurahman, Ginanjar. 2011. *Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Produk Barang*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- [2] Edohardika, Dedi Chrisna. 2013. *Sistem Pendukung Keputusan untuk Menentukan Supplier Kapas Terbaik pada PT. Batam Textile Industry Menggunakan Fuzzy Tsukamoto*. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
- [3] Gasperz, V. 2001. *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Hustasuhut, Amira Herwindyani., Wiwik Anggreini. 2014. *Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) di CV. Asia*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Imbar, Radiant Victor., Yon Andreas. 2012. *Aplikasi Peramalan Stok Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing*. Bandung: Universitas Kristen Maranatha.
- [6] Istraniady., Priko Andrian., Mardiani. 2010. *Analisa Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Metode Fuzzy Mamdani pada Perbandingan Harga Sepeda Motor Bekas*. Jakarta: STMIK GI MDP.
- [7] Lusiani, Anie., Endang Habinuddin. 2011. *Pemodelan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Curah Hujan di Kota Bandung*. Bandung: UP MKU Politeknik Negeri Bandung.
- [8] Machmudin, Ali., Brodjol, S. 2012. *Peramalan Temperatur Udara di Kota Surabaya dengan Menggunakan ARIMA dan Artificial Neural Network*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [9] Nugroho, Adi., Simanjutak. 2014. *Model ARMA (Autoregressive Moving Average) untuk Prediksi Curah Hujan di Kabupaten Semarang Jawa Tengah Indonesia*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- [10] Octora, Metta. 2010. *Perbandingan Metode ARIMA (Box-Jenkins) dan Metode Winter dalam Peramalan Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue*. Malang: Universitas Airlangga.
- [11] Rohmah, Mufridatu., Ina Rotulhuda. 2014. *Analisis Deret Waktu Menggunakan Data Curah Hujan*. Jakarta.
- [12] Sahara, Afni. 2013. *Sistem Peramalan Persediaan Unit Mobil Mitsubishi pada PT. Sardana Indah Berlian Motor dengan Menggunakan Metode Exponential Smoothing*. Medan: STIMIK Budidama.
- [13] Samsiah, Dewi Nur. 2008. *Analisis Data Runtun Waktu Menggunakan Model Arima (p,d,q)*. Yogyakarta: UIN Sunan Kali Jaga.
- [14] Shidiq, Muhamad Zharfan. 2014. *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Barang dengan Metode Tsukamoto*. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro.
- [15] Sri'ati. 2005. *Forecasting Jumlah Pelanggan Koran Sore Wawasan Tahun 2005 Berdasar Hasil Promosi di PT. Sarana Pariwisata Semarang dengan Menggunakan Metode Exponential Smoothing Berbantu Program MINITAB*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [16] Tannady, Hendy., Fan Andrew. 2013. *Analisis Perbandingan Metode Regresi Linier dan Exponential Smoothing Dalam Parameter Tingkat Error*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.