

FUZZY LOGIC METODE TSUKAMOTO UNTUK PREDIKSI PRODUKSI CPO DENGAN PERMINTAAN BERSIFAT STOKASTIK PADA PT. TOR GANDA

Frainskoy Rio Naibaho

Institut Agama Kristen Negeri (AIKN) Tarutung, Indonesia
Email: ¹frainskoy.rio.naibaho@iakntarutung.ac.id

Abstrak

Keputusan terbaik adalah tujuan utama dalam sebuah pemecahan masalah. Keputusan dalam penentuan stok *Crude Palm Oil* (CPO) pada Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) sangat penting karena langsung bersentuhan dengan kelangsungan hidup perusahaan. Permintaan yang tidak menentu menjadi masalah besar dalam penjualan CPO, sehingga dibutuhkan suatu sistem yang bisa menjawab persoalan ini. Biasa digunakan dalam persoalan yang berhubungan dengan prediksi dengan tingkat akurasi tinggi. Logika *fuzzy* memetakan permasalahan dengan terlebih dahulu mengubah kondisi matematis menjadi linguistik. Role yang dibuat dapat menjawab banyak persoalan, termasuk persoalan prediksi. Sistem logika *fuzzy* terdiri dari subset *fuzzy* dan aturan *fuzzy*. Subset *fuzzy* mewakili himpunan bagian yang berbeda dari variabel input dan output. Aturan-aturan *fuzzy* berhubungan dengan variabel input untuk variabel output melalui himpunan bagian. Mengingat aturan-aturan *fuzzy* yang dapat dibentuk sangat flexibel, maka sistem *fuzzy* dapat mengkomputasi masalah dengan cepat dan efisien.

Kata Kunci: Logika Fuzzy, Tsukamoto, stokastik, persediaan, CPO

Abstract

The best decision is the main goal in a problem. Decisions in the determination of stock Crude Palm Oil (CPO) the Palm Oil Mill is very important because it is directly in contact with the company's survival. Uncertain demand becomes a major problem in the sales of CPO, and so we need a system that can answer this question. Fuzzy logic is used in matters relating to the forecast with a high degree of accuracy. Fuzzy logic mapped the problem by first changing into linguistic mathematical conditions. Role created can answer many problems, including the problem of prediction. Fuzzy logic system consists of a subset of fuzzy and fuzzy rules. Fuzzy subsets represent different subsets of input and output variables. Fuzzy rules associated with input variables to the output variable via the subsets. Given the fuzzy rules which can be formed very flexible, then the fuzzy system can compute problems quickly and efficiently.

Keywords: Fuzzy Logic, Tsukamoto, stochastic, inventories, CPO

1. PENDAHULUAN

Sebagai perusahaan yang bergerak dibidang perkebunan kelapa sawit dan pabrik pengolahan tandan sawit maka PT. Tor Ganda tidaklah bisa lepas dari persoalan prediksi stok CPO. Hasil pengolahan tandan sawit akan terbagi menjadi tiga bagian, yaitu CPO, Kernel (inti biji sawit) dan cangkang. Dari tiga komoditi tersebut yang paling banyak dihasilkan adalah CPO. Hal ini diakibatkan karena CPO dapat diolah menjadi berbagai hasil olahan yang lain. Bukan berarti persediaan kernel dan cangkang tidak penting untuk dibahas, tetapi kernel dan cangkang tidak terlalu berpengaruh apabila disimpan dalam jumlah banyak dan waktu yang relative lama.

PT. Tor Ganda menjual hasil komoditi berupa CPO dengan skala besar dengan permintaan penjualan yang susah diprediksi, sehingga pihak manajemen sangat susah dalam penentuan stok CPO yang akan dihasilkan dari pengolahan tandan sawit tersebut. Pengolahan tandan sawit berpengaruh langsung pada kerja karyawan. Jumlah jam kerja karyawan yang bekerja untuk panen dan pengolahan sangat bergantung pada hasil jumlah CPO yang dihasilkan. Semakin besar permintaan CPO maka panen tandan sawit akan semakin besar.

Prediksi CPO sangat penting, disamping berpengaruh kepada upah karyawan juga berpengaruh terhadap kualitas CPO tersebut. Jika CPO terlalu lama disimpan pada storage tank maka kualitas CPO tersebut akan menurun, karena Asam Lemak Basa (ALB) akan menjadi tinggi. Dengan situasi ini maka dibutuhkan lagi biaya, biaya yang dimaksud adalah biaya pembelian bahan kimia untuk mencampur (blanding) dan biaya bahan bakar. Bahan kimia dicampur dengan CPO guna mendapat hasil yang terbaik. Selain bahan kimia juga dibutuhkan bahan bakar untuk memanaskan CPO tersebut agar kualitasnya terjaga. TBS (Tandan Buah Segar) yang dipanen sebaiknya langsung diolah. Jika TBS terlalu lama didiamkan maka sangat berpengaruh terhadap kualitas CPO. TBS yang terlalu lama didiamkan maka TBS tersebut akan busuk dan CPO yang dihasilkan tidak memenuhi standart dari pembeli.

Dari uraian tersebut diatas maka tingkat akurasi prediksi stok CPO sangatlah penting, karena langsung berpengaruh pada kelangsungan hidup perusahaan. Dalam makalah ini mencoba untuk memecahkan masalah akurasi persediaan CPO dengan menggunakan logika fuzzy. Tingkat permintaan, persediaan dan hasil produksi sangat penting dalam penelitian ini. Dari tingkat produksi, persediaan dan permintaan maka akan dihasilkan 4 rule atau kondisi dalam penjualan CPO dengan menggunakan logika fuzzy. Fuzzy dapat dibagi menjadi 3 penalaran, yaitu Tsukamoto, Mamdani dan Sugeno. Pada makalah ini akan membahas tingkat persediaan dengan penalaran Tsukamoto fuzzy, guna mendapatkan hasil terbaik untuk keputusan terbaik juga.

2. PEMENTANGAN MASALAH

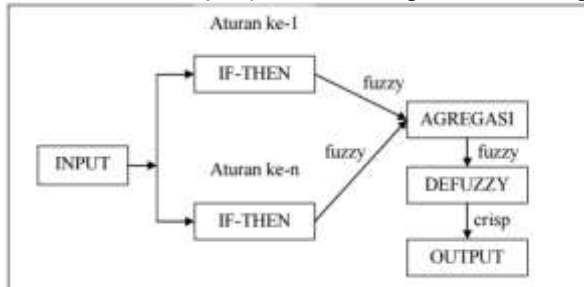
PT. Tor Ganda adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang perkebunan kelapa sawit. Sebagai perusahaan yang berskala besar maka PT. Tor Ganda telah memiliki 9 unit Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) untuk wilayah Sumatera Utara dan Riau. Hasil pengolahan buah sawit akan menghasilkan tiga komoditi yaitu, CPO, inti biji sawit dan cangkang sawit. Dari ketiga komoditi tersebut, komoditi yang paling banyak dihasilkan adalah CPO. Produksi CPO sangat besar karena sesuai dengan permintaan pasar. CPO dapat diolah kembali menjadi berbagai barang jadi lainnya seperti minyak goreng dan lain lain.

Pabrik pengolah CPO menjadi barang produksi membutuhkan CPO sebagai bahan mentah, maka tidak sedikit perusahaan yang menjadi rekanan PT. Tor Ganda dalam hal jual beli CPO. Permintaan CPO oleh *vendor* sangat fluktuatif, sehingga berdampak terhadap persediaan CPO dan pengolahan TBS. Pengolahan TBS sangat bersentuhan langsung dengan upah yang diterima oleh karyawan. Jika perhitungan produksi tidak akurat maka sangat berdampak terhadap tingginya biaya yang harus dikeluarkan lagi. Karyawan yang bertugas untuk panen TBS sangat bergantung pada jumlah yang harus produksi oleh pabrik. Jika TBS terlalu lama dibiarkan setelah dipanen maka sangat berpengaruh terhadap kualitas CPO yang akan dihasilkan oleh TBS tersebut.

Jumlah TBS yang dipanen akan diolah, sehingga menghasilkan CPO, kernel dan cangkang. Menurut data yang didapat dilapangan bahwa rata-rata CPO yang dihasilkan adalah 20%-21% dari tonase TBS. sedangkan kernel 4.5%-5% dari tonase TBS dan cangkang 9.5%-10.5% dari tonase TBS. Setiap hari perusahaan mampu melakukan panen 1.200 ton TBS maka CPO yang dihasilkan berkisar 240-252 ton, kernel 54-60 ton dan cangkang 114-126 ton. Stok CPO yang ada pada storage tank selalu bertambah dan bahkan tidak jarang stok habis. Hal ini terjadi karena prediksi jumlah CPO yang dihasilkan dari jumlah TBS yang dipanen tidak akurat.

Permintaan CPO yang fluktuatif juga sangat berpengaruh untuk persediaan tersebut. Jika stok CPO yang ada pada storage tank habis atau tidak cukup, maka harus dilakukan proses langirsan CPO dari PMKS milik PT. Tor Ganda terdekat. Hal ini pasti mengeluarkan biaya tambahan. Sementara harga penjualan CPO tidak *include* dengan biaya langirsan. Dengan kata lain maka perusahaan akan mengalami kerugian. Kerugian lain akan muncul jika terlalu lama menimbun CPO, karena ALB akan naik seperti yang dijelaskan pada pendahuluan. Kerugian-kerugian seperti ini harusnya dicari solusi karena berdampak langsung bagi kelangsungan hidup perusahaan.

Inferensi fuzzy yang ada pada Fuzzy *logic* dengan penalaran Tsukamoto menerima input *crisp*. Input ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi *n* aturan fuzzy dalam bentuk IF-THEN. *Fire strength* akan dicari pada setiap aturan. Apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi dari semua aturan. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan *defuzzy* untuk mendapatkan nilai *crisp* sebagai output system.



Gambar 1. Diagram blok sistem inferensi Fuzzy Tsukamoto

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengambilan keputusan dengan tepat dan cepat sangat dibutuhkan, apalagi persoalan sudah menyangkut skala besar. Logika fuzzy adalah salah satu bagian ilmu yang bisa diterapkan dalam persoalan ini. Fuzzy secara bahasa dapat diartikan samar, dengan kata lain logika fuzzy adalah logika yang samar. Dimana pada logika fuzzy suatu nilai dapat bernilai 'true' dan 'false' secara bersamaan. Tingkat 'true' atau 'false' nilai dalam logika fuzzy tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan rentang antara 0 hingga 1, berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua keanggotaan 0 atau 1 saja pada satu waktu. Logika fuzzy sering digunakan untuk mengekspresikan suatu nilai yang diterjemahkan dalam bahasa (linguistic), semisal untuk mengekspresikan suhu dalam ruangan apakah ruangan tersebut dingin, hangat, atau panas. Logika fuzzy merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input dalam suatu ruang output dan memiliki nilai yang berlanjut. Kelebihan logika fuzzy ada pada kemampuan penalaran secara bahasa. Sehingga, dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematis yang kompleks dari objek yang akan dikendalikan.

Fungsi keanggotaan yang ada pada fuzzy akan digunakan dalam prediksi stok produksi CPO. PT. Tor Ganda rata-rata memproduksi CPO 240 ton/ hari dengan toanse TBS 1.200 ton. Karena tersediaan storage tank maka produksi maksimum hanya bisa 1.200 ton. Untuk mengantisipasi permintaan yang bersifat fluktuatif maka perusahaan menyiapkan persediaan CPO 100 ton atau yang disebut dengan stok minimum. Pada kondisi tertentu perusahaan hanya mampu memproduksi CPO sebanyak 60 ton. Kondisi yang dimaksud adalah bisa karena storage tank hampir penuh atau alasan perawatan atau juga dengan alasan efisiensi. Sedangkan persediaan maksimum berada pada nilai

1.000 ton. Permintaan konsumen akan CPO selalu berbeda-beda, menurut data yang didapat dilapangan permintaan terbesar adalah 1.500 ton/hari. Sedangkan untuk permintaan terendah adalah 500 ton/hari. Pihak manajemen perusahaan selalu dibingungkan dengan permintaan CPO, sementara persediaan masih ada. Berapa jumlah produksi yang tepat agar permintaan konsumen terpenuhi serta ketersediaan stok berada pada kondisi aman. Pertanyaan inilah yang susah dijawab oleh pihak manajemen, mereka menggunakan tafsiran sehingga dapat berakibat fatal karena tidak bisa dijelaskan secara matematis.

Seperti yang diuraikan diatas maka sangat perlu dibangun sebuah system, yang mempunyai rule seperti dibawah ini.

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

Agar logika fuzzy dapat diterapkan pada permasalahan ini, maka penulis menetapkan kondisi jumlah permintaan dan jumlah persediaan. Jumlah permintaan adalah 1.100 ton dan persediaan CPO adalah 200 ton. Untuk menyelesaikan masalah tersebut diatas, maka harus memperhatikan variabel yang digunakan dalam proses fuzzifikasi. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah memilah input dan output.

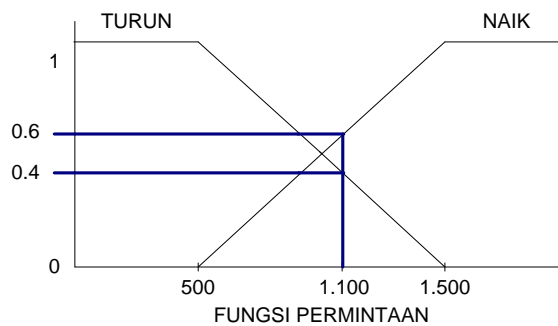
Input :

- 1. Permintaan [500 1.500] {TURUN NAIK}
- 2. Persediaan [100 1.000] {SEDIKIT BANYAK}

Output:

Jumlah produksi [60 1.200] {BERKURANG BERTAMBAH}

Sehingga diperoleh grafik representasi fuzzy input permintaan seperti gambar 2.



Gambar 1. Representasi fuzzy input permintaan

Fungsi keanggotaan dengan permintaan 1.100 ton dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (1).

$$\frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1} = \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \quad (1)$$

Sehingga

$$\frac{Y - 1}{0 - 1} = \frac{X - 500}{1.500 - 500}$$

$$Y = \frac{400}{1.000}$$

$$\mu_1 = 0.4$$

$$\mu_2 = 1 - 0.4$$

$$= 0.6$$

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) \text{ kondisi Turun} \begin{cases} 1; & x \leq 500 \\ \frac{1.500-x}{1.500-500}; & 500 < x < 1.500 \\ 0; & x \geq 1.500 \end{cases}$$

$$\mu(x) \text{ kondisi Naik} \begin{cases} 0; & x \leq 500 \\ \frac{x - 500}{1.500 - 500}; & 500 < x < 1.500 \\ 1; & x \geq 1.500 \end{cases}$$

Sedangkan grafik representase fuzzy input persediaan adalah seperti gambar 3. Dengan menggunakan persamaan 1 maka diperoleh fungsi keanggotaan seperti dibawah ini.

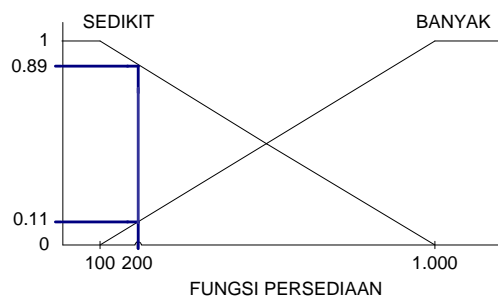
$$\frac{Y-1}{0-1} = \frac{X-100}{1.000-100}$$

$$Y = \frac{800}{900}$$

$$\mu_1 = 0.89$$

$$\mu_2 = 1 - 0.89$$

$$= 0.11$$



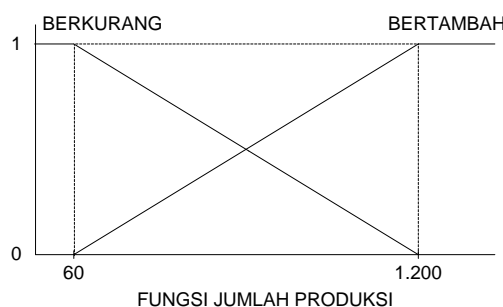
Gambar 3. Representasi fuzzy input persediaan

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) \text{ kondisi Sedikit} \begin{cases} 1; & x \leq 100 \\ \frac{1.000-x}{1.000-100}; & 100 < x < 1.000 \\ 0; & x \geq 1.000 \end{cases}$$

$$\mu(x) \text{ kondisi Banyak} \begin{cases} 0; & x \leq 100 \\ \frac{x - 100}{1.000 - 100}; & 100 < x < 1.000 \\ 1; & x \geq 1.000 \end{cases}$$

Fungsi representasi fuzzy output jumlah produksi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Representasi fuzzy output jumlah produksi

Berdasarkan permasalahan yang ada pada pembahasan diatas, yaitu permintaan 1.100 ton dan persediaan 200 ton. Aturan yang digunakan untuk mencari solusi produksi CPO harus menerapkan semua rule yang ada. Hal ini dikarenakan jumlah permintaan 1.100 ton berada pada kategori permintaan turun dan naik. Sedangkan persediaan pada 200 ton juga berada pada kategori banyak dan sedikit. Kesimpulan dari permasalahan ini adalah harus menggunakan semua rule (aturan) yang ditetapkan diawal.

Proses Implikasi [R1]

IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi CPO BERKURANG

$$\begin{aligned}\text{Alpha predikat}_1 &= \min (\mu_{\text{TURUN}} [1.100], \mu_{\text{BANYAK}} [200]) \\ &= \min (0.4; 0.11) \\ &= 0.11\end{aligned}$$

Himpunan berkurang pada output jumlah produksi adalah

$$\begin{aligned}\frac{1.200 - Z}{1.200 - 60} &= 0,11 \\ Z_1 &= 1.074,60\end{aligned}$$

Proses Implikasi [R2]

IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi CPO BERKURANG

$$\begin{aligned}\text{Alpha predikat}_2 &= \min (\mu_{\text{TURUN}} [1.100], \mu_{\text{SEDIKIT}} [200]) \\ &= \min (0.4; 0.89) \\ &= 0.4\end{aligned}$$

Himpunan berkurang pada output jumlah produksi adalah

$$\begin{aligned}\frac{1.200 - Z}{1.200 - 60} &= 0,4 \\ Z_2 &= 744,00\end{aligned}$$

Proses Implikasi [R3]

IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi CPO BERTAMBAH

$$\begin{aligned}\text{Alpha predikat}_3 &= \min (\mu_{\text{NAIK}} [1.100], \mu_{\text{BANYAK}} [200]) \\ &= \min (0.6; 0.11) \\ &= 0.11\end{aligned}$$

Himpunan bertambah pada output jumlah produksi adalah

$$\begin{aligned}\frac{Z - 60}{1.200 - 60} &= 0,11 \\ Z_3 &= 65,40\end{aligned}$$

Proses Implikasi [R4]

IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi CPO BERTAMBAH

$$\begin{aligned}\text{Alpha predikat}_4 &= \min (\mu_{\text{NAIK}} [1.100], \mu_{\text{SEDIKIT}} [200]) \\ &= \min (0.6; 0.89) \\ &= 0.6\end{aligned}$$

Himpunan bertambah pada output jumlah produksi adalah

$$\begin{aligned}\frac{Z - 60}{1.200 - 60} &= 0,6 \\ Z_4 &= 624,00\end{aligned}$$

Setelah mendapat fungsi keanggotaan untuk permintaan terhadap persediaan maka proses selanjutnya adalah defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi sangat penting karena pada proses ini akan melakukan perhitungan nilai crisp. Perhitungan nilai crisp pada penalaran Tsukamoto diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot sebagai berikut :

$$\begin{aligned}Z &= \frac{(0.11 \times 1.074,60) + (0.4 \times 744) + (0.11 \times 65,40) + (0.6 \times 624)}{0.11 + 0.4 + 0.11 + 0.6} \\ &= \frac{797,4}{1,22} \\ &= 653,61\end{aligned}$$

Dengan demikian maka CPO yang harus diproduksi dengan kondisi persediaan 200 ton dan permintaan 1.100 ton adalah 653,61 ton. Fuzzy logic dengan penalaran Tsukamoto dapat memberikan prediksi optimal pada penentuan produksi CPO. Dengan didapatkan produksi CPO maka tonase TBS juga bisa didapatkan dengan ketentuan seperti pada pementangan masalah diatas. CPO dapat dihasilkan sebanyak 20%-21% dari tonase TBS, sehingga dengan ditentukan jumlah produksi CPO maka jumlah panen adalah 20%-21% dibagi hasil produksi CPO. Jumlah TBS panen adalah

Produksi	:	653,61 ton
Randemen	:	20 %
Panen TBS	:	3268,05 ton

4. IMPLEMENTASI

Sebagai metode pemecahan masalah berbasis matematika maka fuzzy logic juga dapat dibuat dalam bentuk program atau soft copy. Hal ini dibuat agar persoalan prediksi produksi CPO yang ada pada perusahaan, dapat

diselesaikan secara cepat dan tepat dengan menggunakan bantuan komputer. Fuzzy logic dengan penalaran Tsukamoto telah di-generate menjadi sebuah aplikasi. Pengguna hanya perlu input persediaan minimum dan persediaan maksimum, permintaan minimum dan permintaan maksimum. Setelah keempat variabel tersebut diinput ke dalam aplikasi maka langkah selanjutnya adalah input representasi fuzzy output jumlah produksi.

PERMINTAAN CPO		
Permintaan Max	<input type="text"/>	1500
Permintaan Min	<input type="text"/>	500
Permintaan CPO	<input type="text"/>	1100
Dibawah Min	NONE	0
Fuzzy	TURUN	0.40
	NAIK	0.60
Diatas Max	NONE	0

Gambar 5. Form input permintan CPO

Setelah input permintaan maximum, permintaan minimum dan permintaan CPO, maka aplikasi akan menghitung derajat keanggotaan turun dan naik. Pada kasus ini derajat keanggotaan turun adalah 0.40 dan derajat keanggotaan naik adalah 0.60.

PERSEDIAAN CPO		
Persediaan Max	<input type="text"/>	1000
Persediaan Min	<input type="text"/>	100
Persediaan CPO	<input type="text"/>	200
Dibawah Min	NONE	0
Fuzzy	SEDIKIT	0.89
	BANYAK	0.11
Diatas Max	NONE	0

Gambar 6. Form input persediaan CPO

Langkah berikutnya adalah menghitung derajat keanggotaan sedikit dan banyak pada persediaan CPO. Setelah input persediaan maximum, persediaan minimum dan persediaan CPO, maka nilai derajat keanggotaan sedikit dan banyak akan diperoleh. Nilai derajat keanggotaan sedikit adalah 0.89 dan nilai derajat keanggotaan banyak adalah 0.11.

Predikat	Output	Min
Z1	1,074.60	0.11
Z2	744.00	0.40
Z3	65.40	0.11
Z4	624.00	0.60

Nilai Crisp 653.61 ton
 Rendemen 20 %
Jumlah panen TBS 3.268,05 ton

Gambar 7. Form defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi adalah langkah terakhir pada fuzzy logic dengan penalaran Tsukamoto. Pada proses ini akan menghitung nilai crisp atau nilai akhir dari prediksi produksi CPO. Pada kasus ini nilai crisp yang diperoleh adalah 653.61 ton. Untuk perhitungan nilai crisp dapat dilihat pada pembahasan diatas. Dengan didapatkannya nilai prediksi produksi CPO maka dapat juga ditentukan berapa jumlah panen TBS untuk sejumlah CPO tersebut. Untuk proses perhitungan jumlah TBS dapat dilihat pada pementangan masalah atau pembahasan diatas.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan pementangan masalah diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dengan implementasi fuzzy logic pada penentuan produksi CPO, maka dapat menghasilkan nilai produksi dan persediaan yang akurat, karena fungsi keanggotaan dapat dihitung secara system.
2. Pada pembahasan ini dapat juga diketahui berapa jumlah panen TBS jika ada permintaan CPO dengan memperhatikan persediaan, permintaan dan produksi.
3. Dengan mengimplementasikan aplikasi fuzzy logic maka perusahaan dapat dengan cepat menentukan jumlah panen.
4. Dapat menentukan jumlah panen maka akan berdampak positif terhadap pengurangan biaya-biaya yang timbul.
5. Permintaan CPO yang bersifat stokastik tidak lagi menjadi permasalahan bagi PT. Tor Ganda.
6. Berdasarkan data yang didapat dilapangan maka fuzzy logic adalah jawaban untuk persoalan prediksi produksi CPO pada PT. Tor Ganda.

6. REFERENCES

- [1] NAIBAHO, F. R. Optimalisasi Keputusan Untuk Memperoleh Keuntungan Maksimal Dalam Penentuan Kelayakan Operasional Kendaraan Dengan Menggunakan Metode Dynamic Programming Pada PT. Tor Ganda, *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SNASTIKOM)*, Medan, 2014.
- [2] SETIADJI. Himpunan & Logika Samar serta Aplikasinya, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2009
- [3] PERROT, N., AGIOUX, L., IOANNOU, I., MAURIS, G., CORRIEU, G. & Trystram, G. Decision support system design using the operator skill to control cheese ripening—application of the fuzzy symbolic approach, *Journal of Food Engineering* 64, France, 2004.
- [4] KUSUMADEWI, S. & PURNOMO, H. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004.
- [5] DEWI, I. C., AFIATIN, N., DESYY, R. K., & MEGA, R. E. L.D., Penerapan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto Untuk Menentukan Kualitas Hotel. *Skripsi*. Universitas Brawijaya, Malang, 2014.
- [6] NASUTION, A. H. & PRASETYAWAN, Y. Perencanaan Pengendalian Produksi, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2008
- [7] RAKHMAN, A. Z., WULANDARI, H. N., MAHESWARA, G. & KUSUMADEWI. S. Penelitian Fuzzy Inference System dengan Metode Tsukamoto Sebagai Pemberi Saran Pemilihan Konsentrasi, *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, Yogyakarta, 2012.
- [8] ARITONANG, L. Bagan Alir Dan Material Balance Serta Pembuatan Kompos Dari Kelapa Sawit. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara, Medan, 2012.