

PREDIKSI NILAI EKSPOR SEPATU KULIT HS 6403 KE JEPANG DENGAN METODE MAMDANI, SUGENO, DAN TSUKAMOTO

Luthfia Rohimah

Program Studi Sistem Informasi
Universitas Bina Sarana Informatika
www.bsi.ac.id
luthfia.lhm@bsi.ac.id

Abstract—The decline in oil and gas exports since 1990 requires the government to take policy steps to increase non-oil and gas exports so that state revenues continue to grow. One of the non-oil and gas exports that is a mainstay of Indonesia is leather shoes that have an HS code 6403. Japan is a country where the demand for leather shoes is quite high. In order to maximize the export value of Indonesian leather shoes to Japan, a method is needed to predict the export value of Indonesian leather shoes to Japan. The purpose of this study was to find out the best method for predicting the export value of leather shoes to Japan in the application of fuzzy logic in order to optimize export value. The results showed that the Mamdani method was the best method compared to the methods of Sugeno and Tsukamoto. The Mamdani method has the closest results to actual results with an error rate of 7%, so the Mamdani method can be used as the recommended method in predicting the optimal number of exports of Indonesian HS 6403 to Japan compared to the Sugeno method whose error percentage is 32%, and the Tsukamoto method with error percentage 19, 5%.

Keywords: *fuzzy, mamdani, sugeno, tsukamoto.*

Intisari—Menurunnya ekspor migas sejak tahun 1990 mengharuskan pemerintah mengambil langkah kebijakan untuk meningkatkan ekspor nonmigas agar pendapatan negara tetap terus bertambah. Salah satu ekspor non migas yang menjadi andalan Indonesia adalah sepatu kulit yang mempunyai kode HS 6403. Jepang merupakan negara yang permintaan sepatu kulitnya cukup tinggi. Agar nilai ekspor sepatu kulit Indonesia ke Jepang dapat maksimal, diperlukan suatu metode yang dapat memprediksi nilai ekspor sepatu kulit Indonesia ke Jepang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui metode terbaik untuk memprediksi nilai ekspor sepatu kulit ke Jepang dalam pengaplikasian logika fuzzy agar dapat mengoptimalkan nilai ekspor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Mamdani merupakan metode terbaik dibandingkan dengan metode Sugeno dan

Tsukamoto. Metode Mamdani memiliki hasil yang paling dekat dengan hasil sebenarnya dengan tingkat error 7%, sehingga metode Mamdani bisa dijadikan metode yang direkomendasikan dalam memprediksi jumlah optimal ekspor HS 6403 Indonesia ke Jepang dibandingkan metode Sugeno yang persentase errornya 32%, dan metode Tsukamoto dengan persentase errornya 19,5%.

Kata Kunci: *fuzzy, mamdani, sugeno, tsukamoto.*

PENDAHULUAN

Secara historis, pertumbuhan ekonomi di negara-negara maju sangat didukung oleh pertumbuhan ekspor. Ekspor merupakan penjualan produk-produk baik barang maupun jasa dari dalam ke luar negeri (Sedyaningrum, Suhadak, & Nuzula, 2016). Menurut Sukirno dalam (Sedyaningrum et al., 2016), kegiatan ekspor memberikan beberapa keuntungan seperti memperluas pasar, menambah devisa negara, dan memperluas lapangan kerja. Sejalan dengan hal tersebut, pemerintah Indonesia juga menempatkan ekspor sebagai salah satu lokomotif pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Setiap tahun pemerintah menetapkan target pertumbuhan ekspor dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan penciptaan lapangan kerja. Dalam periode 2005-2009 pemerintah dengan program “Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional” menargetkan peningkatan ekspor dari 5,5 % pada tahun 2005 menjadi 8,7% pada tahun 2009.

Di Indonesia terdapat dua komoditi ekspor, yaitu komoditi migas dan komoditi non migas. Seperti yang dikutip dari (Elisha, 2015), semenjak tahun 2010 total ekspor migas mulai menunjukkan trend yang menurun seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Ekspor Indonesia 2010-2-13

Uraian	Tahun (Nilai: Juta US\$)			
	2010	2011	2012	2013
Migas	28.039,6	41.477,0	36.977,3	32.633,0

Nonmigas	129.739,5	162.019,6	153.043, 0	149.918,8
Total Ekspor	157.779,1	203.496,6	190.020,3	182.551,8

Sumber : Badan Pusat Statistik dalam (Elisha, 2015)

Menurunnya ekspor migas memberi isyarat bagi pemerintah mengambil langkah kebijakan meningkatkan ekspor non migas agar pendapatan negara tetap terus bertambah (Elisha, 2015).

Untuk meningkatkan nilai ekspor komoditi nonmigas, salah satu hal yang perlu diketahui adalah produk-produk unggulan serta negara-negara potensial yang akan menjadi sasaran ekspor dari produk unggulan tersebut. Selain itu, (Rachman, 2013) menambahkan bahwa untuk meningkatkan jumlah ekspor dapat dilakukan dengan mengkaji permasalahan yang muncul sehingga dapat ditindaklanjuti dengan kebijakan yang sesuai.

Arah kebijakan GBHN dalam program nasional pengembangan ekspor seperti yang dikutip oleh (Mastur, 2006) adalah melakukan secara proaktif negosiasi dengan kerja sama bilateral dan multilateral dalam rangka meningkatkan volume dan nilai ekspor.

Dalam kerjasama bilateral, Jepang merupakan negara mitra dagang yang strategis bagi Indonesia karena Jepang menduduki peringkat pertama sebagai tujuan ekspor non migas Indonesia dan urutan kedua sebagai negara asal impor non migas setelah China. Selain itu, Jepang juga merupakan partner pertama Indonesia dalam perjanjian perdagangan bebas secara bilateral.

Produk ekspor non-migas utama Indonesia ke Jepang meliputi: (1) copper ores and concentrates; (2) coal; briquettes, ovoids and similar solid fuels manufactured from coal; (3) nickel mattes; (4) natural rubber, balata, guttapercha; (5) refined copper and copper alloys, unwrought; (6) plywood, veneered panels and similar laminated wood; (7) paper and paperboard, uncoated, for writing; (8) insulated wire, cable and other insulated electrical conductors; (9) crustaceans, live, fresh, chilled, frozen; dan (10) unwrought aluminium. (Situs Kemendag).

Salah satu produk yang meningkat ekspornya ke Jepang dari tahun 2009 sampai dengan 2013 adalah sepatu kulit yang mempunyai kode HS 6403. Selain itu pos tariff dimaksud termasuk dalam salah satu produk andalan Indonesia dalam Program 10-10-3 Kementerian Perdagangan. Selain itu, Indonesia berada pada peringkat ke-8 sebagai eksportir sepatu kulit ke Jepang pada tahun 2010. Meskipun trend ekspor pada lima tahun terakhir negative, namun

mengindikasikan pertumbuhan pada tahun yang akan datang.

Jepang merupakan negara pengimpor sepatu kulit karena ekspor Jepang hanya 1% dari nilai impornya (ekspor US\$ 5,05 juta dan impor US\$ 1,12 miliar tahun 2010). Didukung dengan trend impor Jepang yang masih mengindikasikan pertumbuhan, maka dapat disimpulkan bahwa pada tahun yang akan datang permintaan (impor) akan produk ini di Jepang akan semakin meningkat. Oleh karena itu, Indonesia harus mampu memaksimalkan nilai ekspor sepatu ke Jepang sebagai komoditi nonmigas untuk menutupi kekurangan dari ekspor komoditi migas yang melemah. Namun, upaya tersebut tentu memerlukan metode yang tepat.

Ada banyak metode dan teknik yang dapat dilakukan untuk menganalisis pengoptimalan ekspor, namun Indonesia harus mampu memilih dan menggunakan metode yang tepat untuk upaya pengoptimalan jumlah ekspor ini dimana permasalahan yang timbul seringkali tidak pasti. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *logika fuzzy*. Seperti yang dikutip dari (Komariyah, Yunus, & Rodiyansyah, 2016), *fuzzy* artinya kabur atau samar, sehingga yang dimaksud dengan logika fuzzy adalah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran antara benar atau salah.

Dipilihnya logika fuzzy dalam menganalisis pengoptimalan ekspor antara lain logika fuzzy mudah di mengerti, fleksibel, memiliki toleransi terhadap data - data yang tidak pasti, dan logika fuzzy menggunakan bahasa alami. Hal ini juga disampaikan oleh (Wibowo, 2015) bahwa logika fuzzy merupakan salah satu metode untuk melakukan analisis sitem yang mengandung ketidakpastian.

Metode yang dapat digunakan dalam pengaplikasian logika fuzzy adalah metode Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto dimana perbedaan dari ketiga metode tersebut adalah pada sistem evaluasi aturan dalam mesin inferensi (Wardani, Nasution, & Amijaya, 2017).

Sistem logika *fuzzy* metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode *Max-Min*. Kusumawardani & Purnomo menjelaskan dalam (Abrori & Prihamayu, 2015) bahwa metode Mamdani bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975. Didalam metode Mamdani untuk mendapatkan output terdapat 4 langkah, antara lain: Pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi, Komposisi aturan, dan Penegasan.

Penalaran metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output* system tidak berupa himpunan *fuzzy* melainkan

berupa konstanta atau persamaan linear (Iswari & Wahid, 2005). Metode Sugeno adalah metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF – THEN dimana output sistem tidak dalam bentuk himpunan fuzzy tetapi dalam bentuk konstanta atau persamaan linier (Wachdani, Abidin, & Yaqin, 2012). Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985.

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot (Sulistiani & Noris, 2016).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah mencari metode yang paling tepat untuk digunakan dalam pengoptimalan nilai ekspor sepatu kulit HS 6403 ke Jepang. Metode yang dibandingkan dalam penelitian ini adalah metode Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto dalam sistem logika fuzzy.

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model eksperimen. Penelitian eksperimen ini menggunakan algoritma fuzzy dengan menggunakan metode mamdani dan metode sugeno untuk optimalisasi nilai ekspor sepatu kulit HS 6403. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh penulis dari www.trademap.org dimana menyediakan data-data tentang jumlah nilai impor sepatu kulit HS 6403 negara jepang. jumlah ekspor sepatu kulit HS 6403 Indonesia, dan jumlah produksi sepatu kulit HS 6403 Indonesia, sedangkan *software* yang digunakan sebagai alat bantu dalam penelitian ini adalah *Matlab 2010*.

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data nilai impor sepatu kulit HS 6403 Jepang dari tahun 2009 sd 2013, data jumlah produksi sepatu kulit HS 6403 Indonesia tahun 2009 sd 2013.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan software Matlab 7.8.0 dengan menggunakan fasilitas yang disediakan pada toolbox fuzzy dan melakukan langkah - langkah sebagai berikut:

1. Pembentukan himpunan fuzzy
2. Pembentukan aturan-aturan
3. Penentuan komposisi aturan
4. Penegasan (defuzzy)

5. Pengujian
6. Kesimpulan

Berikut ini merupakan jumlah permintaan dan produksi HS 6403:

Tabel 2. Permintaan dan Produksi HS 6403

BULAN	PERMINTAAN	PRODUKSI	EKSPOR
Juli 2013	154,627	243,519	9,157
Agustus 2013	188,633	147,683	6,323
September 2013	159,455	163,653	6,445
Oktober 2013	139,504	185,382	4,913
November 2013	100,547	189,568	6,643
Desember 2013	97,596	191,119	5,466
Januari 2014	136,299	174,013	8,816
Febuari 2014	133,841	144,920	7,313
Maret 2014	136,843	134,898	4,693

Sumber: (Trade MAP, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data berikut adalah data dari sumber terkait dengan jumlah ekspor sepatu kulit ke Jepang dengan menggunakan metode Mamdani dan metode Sugeno, sehingga akan didapatkan kesimpulan metode mana yang akan sesuai untuk menyelesaikan kasus produksi barang tersebut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan dengan Menggunakan Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto

Bulan	Permintaan Jepang	Total Ekspor Indonesia	Total Ekspor Indonesia ke Jepang			
			Real	Mamdani	Sugeno	Tsukamoto
Sep 13	\$159,455	\$163,653	\$6,445	\$7,067	\$8,468	\$6,700

Sumber: (Rohimah, 2019)

Dari data pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa dari ketiga metode yang digunakan mendapatkan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan data yang ada, sehingga dari kedua metode yang mendekati dengan hasil ekspor HS6403 yaitu metode mamdani \$6, 900 sugeno \$ 8,520, dan Tsukamoto \$7,700.

Data berikut adalah data penghitungan pada Tabel 1. dengan cara yang sama, yaitu dengan metode Mamdani dan Metode Sugeno.

Tabel 4. Hasil Optimalisasi Ekspor HS 6403 dengan Mamdani dan Sugeno

BULAN	PERMIN TAAN	PROD UKSI	EKSP OR	MAMD ANI	SUGE NO
April 2013	95,838	196,17 9	4,98 4	7,820	7,000
Mei 2013	76,643	240,30 9	7,92 6	7.820	7,000
Juni 2013	90,476	205,13 0	7,03 6	7.820	7,000
Juli 2013	154,627	243,51 9	9,15 7	7,850	9,000
Agustu s 2013	188,633	147,68 3	6,32 3	7.820	9,000
Septe mber 2013	159,455	163,65 3	6,44 5	8,970	8,468
Oktobe r 2013	139,504	185,38 2	4,91 3	7.830	9,000
Novem ber 2013	100,547	189,56 8	6,64 3	7.820	9,000
Desem ber 2013	97,596	191,11 9	5,46 6	7.820	7,000
Januari 2014	136,299	174,01 3	8,81 6	7.830	9,000
Februar i 2014	133,841	144,92 0	7,31 3	7.820	9,000
Maret 2014	136,843	134,89 8	4,69 3	7.820	9,000

Sumber: (Rohimah, 2019)

Dari ketiga metode yang digunakan maka metode Mamdani yang paling dekat dengan hasil sebenarnya dengan tingkat error 24%, sehingga metode Mamdani bisa dijadikan metode yang direkomendasikan dalam memprediksi jumlah optimal ekspor HS 6403 Indonesia ke Jepang dibandingkan metode Sugeno yang persentase errornya 32%, dan metode Tsukamoto dengan persentase errornya 32%.

Setelah kita melakukan prediksi nilai ekspor sepatu kulit HS6403 dengan menggunakan metode Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto yaitu dari bulan Juli 2013 sampai dengan Maret 2014, maka langkah selanjutnya penulis akan memprediksi nilai ekspor sepatu kulit HS 6403 dari hasil ketiga metode tersebut untuk bulan April 2014 sampai dengan Desember 2014.

Dalam memprediksi nilai ekspor sepatu kulit HS 6403 keJepang untuk 9 bulan kedepan terhitung dari bulan April 2014 sd Desember 2014 dari ketiga metodetersebut, penulis menggunakan bantuan aplikasi Microsoft Excel dengan menggunakan bantuan fasilitas Forecasting dengan rumus=forecast(x, known_y's, known_x's) yang ada di aplikasi tersebut.

Berikut langkah - langkah untuk memprediksi nilai ekspor sepatu kulit HS 6403

keJepang dari ketiga metode dengan bantuan Microsoft Excel :

1. Mengisikan nilai peramalan (X) dimana dengan membagi data dengan 2 (data/2) yang mana hasilnya dipakai sebagai penetapan angka pertama x dengan nilai $x = -1$, selanjutnya untuk memberi nilai x arah urutan kebawah ditambah +2 dan untuk member nilai angka urutan arah keatas ditambah -2.
2. Langkah selanjutnya mengisikan nilai Forecast dengan rumus =forecast(x, known_y's, known_x's), dimana jika variable Y pertama disi pada cell A2, dan variable X di B2 maka jika dimasukan kedalam rumus yaitu untuk baris pertama adalah= FORECAST(B2,\$A\$2:\$A\$10,\$B\$2:\$B\$10).

Setelah kita mendapatkan hasil prediksi bulan April 2014 sampai dengan desember 2014 untuk metode Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto. Maka langkah selanjutnya adalah menghitung persentase error dari masing - masing metode yang akan dibandingkan dengan nilai prediksi nilai ekspor sepatu kulit HS 6403 ke Jepang. Metode yang memiliki nilai error yang kecil maka metode tersebut yang hasil prediksinya mendekati hasil prediksi nilai ekspor sepatu kulit HS 6403 ke Jepang.

Tabel 5. Hasil Perhitungan MAPE Prediksi April - Desember 2014

BULAN	Nilai Eskpor	Mam dani	Suge no	Tsukam oto
April 2014	\$ 5.841	3.6%	27%	62%
Mei 2014	\$ 5.6819	11%	27%	68%
Juni 2014	\$ 5.2205	17%	35%	89%
Juli 2014	\$ 5.3622	11%	27%	87%
Agustus 2014	\$ 5.2023	11%	28%	92%
Sep tember 2014	\$ 5.0425	11%	29%	112%
Oktobe r 2014	\$ 4.8826	11%	24%	120%
Novem ber 2014	\$ 4.7228	11%	29%	134%
Desem ber 2014	\$ 4.563	11%	28%	139%

Sumber: (Rohimah, 2019)

Berikut hasil total perhitungan MAPE dari metode mamdani, sugeno, dan tsukamoto:

Tabel 6. Total Nilai MAPE

Mamdani	Sugeno	Tsukamoto
10.8 %	28 %	100%

Sumber: (Rohimah, 2019)

KESIMPULAN

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam prediksi jumlah ekspor sepatu kulit HS 6403 ke Jepang adalah dengan menggunakan metode Mamdani, Sugeno, dan Tsukamoto. Berdasarkan perhitungan dengan ketiga metode diatas dari permintaan jepang sebesar \$159,455 dan total ekspor Indonesia untuk HS 6403 sebesar \$ 163,653 didapat hasil Mamdani sebesar \$6,900, Sugeno sebesar \$ 8,520 dan Tsukamoto sebesar \$ 7,700.

Dari ketiga metode yang digunakan maka metode Mamdani yang paling dekat dengan hasil sebenarnya dengan tingkat error 7%, sehingga metode Mamdani bisa dijadikan metode yang direkomendasikan dalam memprediksi jumlah optimal ekspor HS 6403 Indonesia ke Jepang dibandingkan metode Sugeno yang persentase errornya 32%, dan metode Tsukamoto dengan persentase errornya 19,5%.

REFERENSI

- Abrori, M., & Prihamayu, A. H. (2015). Aplikasi Logika Fuzzy Mamdani dalam Pengambilan Keputusan Penentuan Jumlah Produksi. *Kaunia*, *XI*(2), 91-99.
- Elisha, L. C. (2015). Analisis Ekspor Kopi Indonesia ke Amerika Serikat dengan Pendekatan Error Correction Model. *Economics Development Analysis Journal*, *4*(4), 367-375.
- Iswari, L., & Wahid, F. (2005). Alat Bantu Sistem Inferensi Fuzzy Metode Sugeno Orde Satu. In *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005* (Vol. 2005, pp. 59-64).
- Komariyah, S., Yunus, R. M., & Rodiyansyah, S. F. (2016). Logika Fuzzy dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa. *Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Majalengka*, 61-69.
- Mastur. (2006). Strategi Peningkatan Ekspor Indonesia dalam Perdagangan Bebas. *AKSES: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, *1*(1), 31-45.
- Rachman, I. (2013). Analisis Kinerja Ekspor Komoditi Perkebunan terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Sulawesi Utara. *EMBA*, *1*(3), 401-410.
- Sedyaningrum, M., Suhadak, & Nuzula, N. F. (2016). Pengaruh Jumlah Nilai Ekspor, Impor, dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Nilai Tukar dan Daya Beli Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, *34*(1), 114-121.
- Sulistiani, E., & Noris, S. (2016). Penerapan FIS Metode Tsukamoto untuk Menentukan Kelayakan Pemberian Kredit. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, *1*(1), 22-27.
- Trade MAP. (2018). Trade statistics for international business development Monthly, quarterly and yearly trade data. Import & export values, volumes, growth rates, market shares, etc. Retrieved from <https://www.trademap.org/Index.aspx?npv m=1%7C392%7C%7C360%7C%7C6403%7C%7C%7C4%7C1%7C1%7C1%7C2%7C3%7C1%7C1%7C1>
- Wachdani, R., Abidin, Z., & Yaqin, M. A. (2012). Pengatur Pola Menu Makanan Balita untuk Mencapai Status Gizi Seimbang Menggunakan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Sugeno. *MATICS*, *4*(5).
- Wardani, A. R., Nasution, Y. N., & Amijaya, F. D. T. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy dalam Mengoptimalkan Produksi Minyak Kelapa Sawit di PT. Waru Kaltim Plantation Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Informatika Mulawarman*, *12*(2), 94-103.
- Wibowo, S. (2015). Penerapan Logika Fuzzy Dalam Penjadwalan Waktu Kuliah. *Jurnal Informatika UPGRIS*, *1*(Juni), 59-77.

