

REKAYASA SISTEM MANAJEMEN AHLI PERENCANAAN PRODUKSI KARET SPESIFIKASI TEKNIS

Nofi Erni¹, M. Syamsul Maarif² Nastiti S.Indrasti², Machfud², Soeharto Honggokusumo³

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul, Jakarta

²Pascasarjana Teknologi Industri Pertanian, Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor, Jawa Barat

³Peneliti dan Direktur Gapkindo, Jakarta

nofi.erni@esaunggul.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan penghasil karet spesifikasi teknis terbesar di dunia, dengan nilai ekspor mencapai 92% dari total ekspor karet alam Indonesia. Permintaan dunia meningkat sejalan dengan pertumbuhan industri pengguna terutama industri ban. Untuk meningkatkan kinerja produksi karet spesifikasi teknis diperlukan suatu sistem pengambilan keputusan dalam perencanaan produksi yang adaptif. Untuk dapat melakukan penyesuaian dan pengendalian rencana produksi dengan dinamika pasokan dan dinamika permintaan serta kemampuan produksi perlu dirancang suatu sistem pengambilan keputusan yang terintegrasi dengan kemampuan rantai pasokan dan adaptif terhadap perubahan sehingga mampu mengurangi unsur ketidakpastian dalam perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancangbagun model sistem manajemen ahli untuk kepentingan perencanaan dan pengendalian produksi karet spesifikasi teknis. Model disusun dalam basis model yang terdiri atas model prakiraan harga dan permintaan, model prakiraan ketersediaan bahan baku dan model perencanaan produksi. Pendekatan dan metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah pendekatan manajemen rantai pasok, sistem pengambilan keputusan, jaringan syaraf tiruan, *fuzzy inferencce system*. Model sistem manajemen ahli yang dihasilkan diharapkan dapat membantu para pengambil keputusan dalam merencanakan dan menyesuaikan rencana produksi dengan dinamika disisi permintaan dan dinamika pasokan.

Kata kunci: karet spesifikasi teknis, jaringan syaraf tiruan, *fuzzy inference system*

Pendahuluan

Indonesia merupakan pengeksport karet spesifikasi teknis terbesar di dunia. Karet spesifikasi teknis (*Technically Specified Rubber*) merupakan bahan baku untuk industri ban. Pertumbuhan industri ban seiring dengan pertumbuhan industri otomotif, mendorong tingginya harga dan permintaan karet spesifikasi teknis di pasar dunia. Ekspor karet alam merupakan penyumbang devisa kedua terbesar setelah kelapa sawit. Jenis karet alam terbesar yang diekspor adalah karet spesifikasi teknis (*technically specified rubber, TSR*) dalam perdagangan karet Indonesia dikenal dengan nama *Standar Indonesia Rubber (SIR)*. Karet spesifikasi teknis adalah jenis karet yang mempunyai spesifikasi teknis tertentu. Berdasarkan spesifikasinya dibedakan atas kelompok *high grade* seperti SIR 3CV, SIR 3L, SIR 3V dan *low grade* seperti SIR 5, SIR 10 dan SIR 20 berdasarkan parameter mutu yang disesuaikan dengan standar nasional Indonesia.

Pertumbuhan industri otomotif dunia, menyebabkan peningkatan kebutuhan industri ban terhadap karet spesifikasi teknis. Tingginya permintaan dan harga karet jenis karet spesifikasi

teknis merupakan peluang untuk meningkatkan produktifitas agroindustri karet spesifikasi teknis dalam mengelola rantai pasokan sehingga mampu mengikuti perkembangan permintaan konsumen dan menyesuaikan dengan dinamika pasokan bahan baku serta kapasitas produksi.

Agroindustri karet alam, khususnya karet spesifikasi teknis membutuhkan suatu sistem perencanaan produksi dalam mengelola kegiatan operasi. Perencanaan produksi merupakan faktor kunci dalam proses bisnis suatu industri. Perencanaan produksi pada umumnya disusun berdasarkan permintaan yang diterima oleh perusahaan pada periode sebelumnya. Berbeda dengan pendekatan rantai pasok yang bertujuan untuk mengintegrasikan beberapa fungsi pada mata rantai sehingga dapat dicapai kondisi yang lebih optimal bagi para pelakunya. Salah satu fungsi yang penting dalam manajemen rantai pasok adalah proses perencanaan produksi. dalam konteks manajemen rantai pasok perlu disusun suatu rencana produksi yang adaptif terhadap dinamika permintaan pasar dunia dan dinamika pasokan bahan baku serta kemampuan produksi. Untuk menyusun suatu rencana produksi yang adaptif diperlukan sistem pengambil keputusan yang dapat

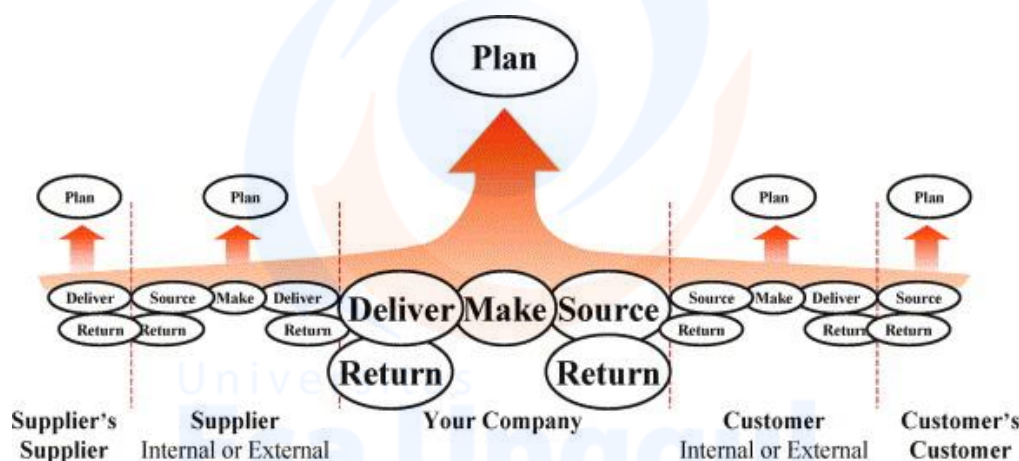
membantu para pengambil keputusan dalam menyesuaikan dinamika yang terjadi. Berlandaskan pemikiran tersebut maka pada penelitian ini akan direkayasa model konseptual untuk pengambilan keputusan yang mengintegrasikan dinamika di sisi pasokan dan sisi permintaan dan kemampuan produksi, selanjutnya model konseptual dapat dilanjutkan dalam bentuk perangkat lunak sistem manajemen ahli. Model diverifikasi dan divalidasi dengan menggunakan data dan kondisi pada agroindustri karet spesifikasi teknis.

Manajemen Rantai Pasok

Manajemen rantai pasok (*Supply Chain Management*) merupakan pendekatan untuk mengintegrasikan seluruh mata rantai pengadaan barang mulai dari hulu ke hilir, yang terlibat secara langsung dan bersama-sama bekerja mengelola aliran barang, aliran uang dan aliran informasi untuk memproduksi dan mendistribusikan barang ke pemakai akhir. Pendekatan manajemen rantai pasok mengkoordinasikan dan mengintegrasikan semua

aktivitas proses dalam satu kesatuan, sehingga keseluruhan rantai bekerja bersama agar menjadi lebih kompetitif untuk mencapai tujuan. (Levi *et al.* 2003; Chopra dan Meindl, 2001; Vokura *et al.*, 2002)

Beberapa metode yang telah dikembangkan untuk penerapan manajemen rantai pasok terbaik adalah Model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) yang dikembangkan oleh kelompok perusahaan yang bergabung dalam *Supply Chain Council*. Model SCOR adalah suatu kerangka untuk menggambarkan aktifitas bisnis antar komponen rantai pasok mulai dari hulu (*suppliers*) ke hilir (*customers*) untuk memenuhi permintaan pelanggan dari mencapai tujuan dari pengelolaan rantai pasok. Model ini terdiri atas lima komponen utama dalam mengelola proses yaitu : perencanaan (*plan*), sumber daya (*source*), membuat (*make*), pengiriman (*deliver*) dan pengembalian (*return*) seperti yang disajikan pada Gambar 1. (Pujawan, 2005 ; Aranyam *et al.*, 2006 ; Bolstorff, 2007).



Gambar 1

Komponen utama proses manajemen rantai pasok dalam model SCOR (Bolstorff dan Rosenbaum 2003)

Perencanaan produksi

Perencanaan produksi merupakan proses untuk merencanakan aliran bahan dari suatu sistem produksi sehingga permintaan dapat dipenuhi dalam jumlah yang tepat, waktu yang tepat dengan biaya produksi minimum. Perencanaan produksi dilakukan dengan maksud menentukan arah tindakan dalam berproduksi dengan cara mengatur, menganalisa, mengorganisasi dan koordinasi bahan, mesin, peralatan, tenaga kerja dan tindakan lain yang dibutuhkan. Salah satu model perencanaan produksi yang banyak digunakan adalah model *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) seperti yang disajikan pada Gambar 3. Teknik MRP II merupakan pengembangan dari teknik MRP I

(*Material Requirement Planning*). (Fogarty *et al.* 1991; Sheikh 2002).

Material Requirements Planning (MRP) menjamin agar produk dibuat tepat waktu dan tepat jumlah. *Input* utama MRP adalah (*Master Production Scheduling, MPS*) sedangkan output MRP adalah *Planned Order Release*. Masalah yang biasa ditemui dalam pengoperasian sistem MRP adanya *overstated MPS*, yaitu kondisi jadwal produk induk yang memiliki kuantitas lebih besar daripada kapasitas yang dimiliki. Hal ini akan menyebabkan persediaan bahan baku dan *WIP* (*Work In Process*) meningkat.

Potensi Karet Spesifikasi Teknis

Potensi Indonesia sebagai penghasil karet alam terbesar ke dua di dunia masih perlu ditingkatkan mengingat Indonesia memiliki perkebunan karet terluas di dunia. Pada tahun 2010 nilai ekspor karet alam Indonesia mencapai 7,3 miliar USD dengan jumlah ekspor 2,35 juta ton. Jenis karet alam yang dihasilkan Indonesia secara umum dibedakan atas lateks pekat, *Ribbed Smoke*

Sheet dan *Standar Indonesian Rubber*. Jenis *Standard Indonesian Rubber (SIR)* merupakan salah satu klasifikasi dari karet spesifikasi teknis (*Technically Specified Rubber*) pada perdagangan karet Internasional. Karet jenis SIR merupakan porsi terbesar dari total ekspor karet alam mencapai 2,27 juta ton atau sebesar 96,78% dari seluruh ekspor karet alam Indonesia. Grafik perbandingan nilai ekspor karet alam disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2
Ekspor Karet Alam Indonesia (Gapkindo 2010)

Nilai ekspor terbesar adalah jenis SIR 20 atau dalam perdagangan Internasional dikenal dengan TSR 20, mencapai 92% dari total ekspor karet alam (Gapkindo, 2010). Jenis karet SIR 20 adalah karet *low grade* yang dihasilkan dari koagulum (bekuan) yang berasal dari perkebunan karet merupakan bahan baku industri hilir terutama industri ban. Kondisi ini mendorong tingginya permintaan terhadap TSR 20, sehingga harganya mendekati harga jenis karet *high grade* seperti RSS 3 (Honggokusumo, 2009).

Metode Penelitian

Perencanaan produksi sebagai salah satu aktifitas penting dalam perencanaan level taktis maupun operasional untuk pengelolaan rantai pasok, membutuhkan suatu pendekatan yang memperhatikan berbagai unsur ketidakpastian dan kompleksitas di sepanjang rantai pasok. Berbagai unsur ketidakpastian baik di sisi permintaan maupun pasokan penting dipertimbangkan untuk menghasilkan rencana produksi yang lebih tepat. Perencanaan produksi yang mengintegrasikan dinamika permintaan, dinamika pasokan serta kapasitas produksi memiliki peluang untuk dikembangkan dalam bentuk sistem pendukung keputusan yang adaptif dalam kegiatan perencanaan dan pengendalian produksi. Penelitian ini berupaya

untuk merekayasa model sistem pendukung keputusan dengan memanfaatkan berbagai metode analitik dan metode kecerdasan buatan serta akuisisi pengetahuan pakar menjadi sistem manajemen ahli perencanaan produksi yang berguna untuk mengoptimalkan kinerja rantai pasok agroindustri karet spesifikasi teknis. Model konseptual dibangun dengan mengintegrasikan berbagai model dan sejumlah data serta pengetahuan pakar dengan mengikuti tahapan pengembangan sistem manajemen ahli

Rekayasa Model

Mengacu kepada kerangka pemikiran untuk mengembangkan model perencanaan produksi karet spesifikasi teknis dirancang model pengambilan keputusan menggunakan pendekatan sistem yang berbasis pengetahuan dikenal dengan sistem manajemen ahli. Paket program sistem manajemen ahli ini merupakan gabungan antara sistem penunjang keputusan dengan sistem pakar (Eriyatno, 2009). Pada sistem manajemen ahli, elemen-elemen sistem dipaparkan secara rinci. Sistem integrasi dari setiap elemen direkayasa secara paralel maupun serial sehingga dapat dioperasikan dan diimplementasikan sesuai dengan pencapaian tujuan dari suatu keputusan. Untuk mewujudkan perekayasa sistem

manajemen ahli dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan perencanaan produksi karet spesifikasi teknis, dilaksanakan perencanaannya sistem mengikuti tahapan pengembangan sistem manajemen ahli yang diajukan oleh Turban (1993, Turban 2005).

Ruang lingkup model

Sistem manajemen ahli mengintegrasikan sub model yang saling berhubungan dengan dukungan basis data serta basis pengetahuan. Perancangan sistem manajemen basis model yang dibangun adalah hasil integrasi dari sub model : 1) sub model prakiraan harga dan permintaan, 2) sub model ketersediaan kapasitas produksi, 3) sub model ketersediaan bahan baku, 4) sub model perencanaan produksi. Seluruh sub model ditampilkan pada menu utama dalam rancangan sistem manajemen ahli yang dihasilkan. Konfigurasi model sistem manajemen ahli perencanaan produksi hasil rekayasa disajikan pada Gambar 3.

Model Prakiraan Harga dan Permintaan

Penentuan prakiraan permintaan adalah langkah awal dalam penyusunan rencana produksi. Prakiraan permintaan pada umumnya dilakukan dengan metode *time series* dengan memperhatikan pola data permintaan periode sebelumnya tanpa melibatkan pengaruh dari faktor lain yang berpengaruh secara signifikan seperti perkembangan harga. Sebagai salah satu pengembangan metode untuk menyusun prakiraan permintaan pada penelitian ini digunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation*.

Penelitian prakiraan permintaan produk agroindustri terdahulu pada umumnya menggunakan satu parameter untuk satu arsitektur JST, dimana arsitektur JST untuk prakiraan harga dibuat secara terpisah dengan arsitektur JST untuk prakiraan permintaan. Pada penelitian ini parameter harga dan volume permintaan digunakan dalam satu arsitektur JST, sehingga model mempertimbangkan secara bersama-sama pola permintaan dan pola harga pada masa lalu untuk memprediksi harga dan permintaan di masa yang akan datang. Hasil dari model ini adalah prakiraan harga dan prakiraan permintaan yang dijadikan input untuk model perencanaan produksi. Diagram alir perancangan arsitektur jaringan syaraf tiruan disajikan pada Gambar 4.

Model Prakiraan Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan karet spesifikasi teknis kualitas tinggi adalah lateks (SIR 3 dan SIR

5), sedangkan untuk kualitas rendah (SIR 10, SIR 20) adalah lateks yang telah mengumpul yang sering disebut bahan olah karet (bokar). Metode yang digunakan adalah JST *backpropagation*, dengan tahapan perancangan arsitektur disajikan pada Gambar 5. Meskipun metode yang digunakan sama dengan model prakiraan daan harga permintaan, namun pada model ini hanya ada satu parameter untuk neuron pada input layer hanya pasokan bahan baku tanpa memperhatikan pola hubungan antara jumlah pasokan dengan faktor lain seperti harga. Pelatihan membaca pola hanya memperhatikan pola yang dibentuk dari oleh data input pasokan bahan baku pada periode 2010, sedangkan neuron output adalah prakiraan pasokan bahan baku untuk periode yang akan datang. Horizon perencanaan adalah dalam minggu. Diagram alir perancangan arsitektur JST prakiraan ketersediaan bahan baku disajikan pada Gambar 5.

Model Perencanaan Produksi

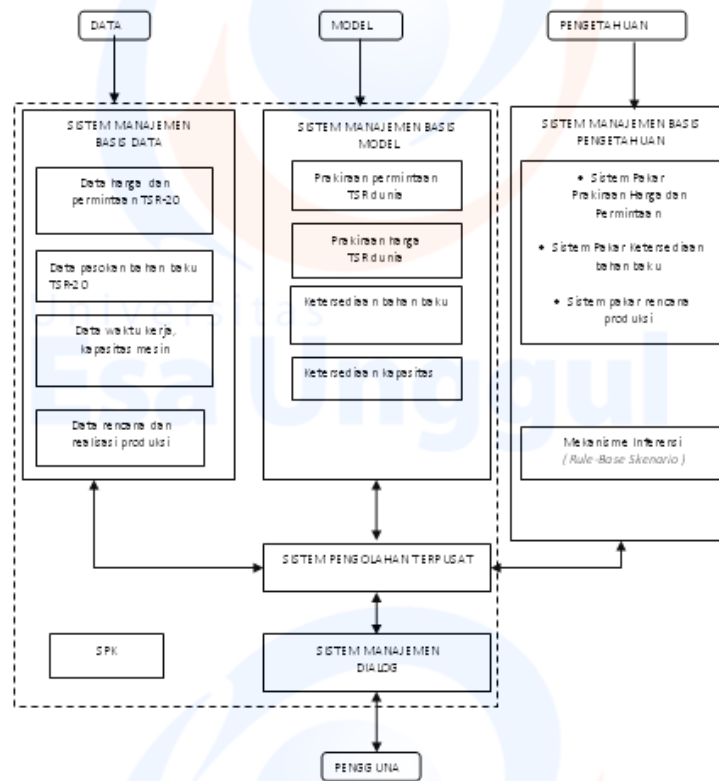
Model perencanaan produksi bertujuan untuk menyusun Jadwal Induk Produksi (*Master Production Scheduling, MPS*). Metode yang digunakan adalah metode *Fuzzy Inference System (FIS)* oleh Mamdani dimana pengambilan keputusan didasarkan pada sejumlah aturan *If Then Rules*. Terdapat beberapa pilihan untuk metode FIS selain metode Mamdani juga ada metode Sugeno. Sistem *fuzzy* merupakan suatu cara pengambilan keputusan melalui pendekatan logika *fuzzy* untuk memecahkan masalah-masalah yang mengandung ketidaktepatan (*imprecision*).

Pemilihan metode FIS bertujuan untuk menyesuaikan rencana produksi sehingga adaptif terhadap dinamika harga dan permintaan di sisi hilir, dan dinamika ketersediaan bahan baku di sisi hulu serta ketersediaan kapasitas produksi di lantai pabrik pada periode perencanaan yang lebih pendek. Tahapan pemodelan dengan metode FIS pada model penyusunan rencana produksi disajikan pada Gambar 6.

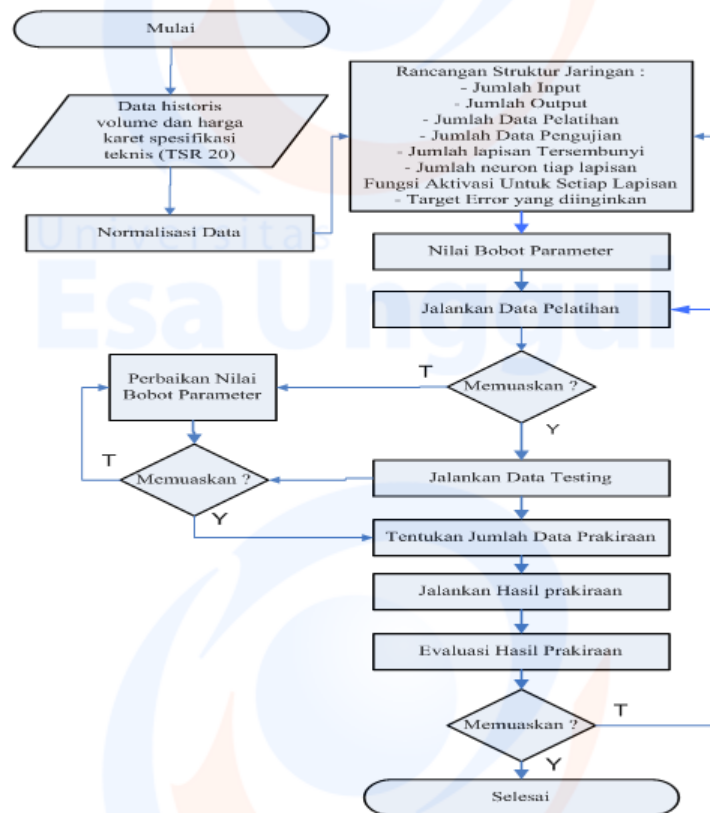
Secara garis besar FIS mengikuti langkah-langkah ini adalah sebagai berikut :

1. Penyusunan *database* untuk data input

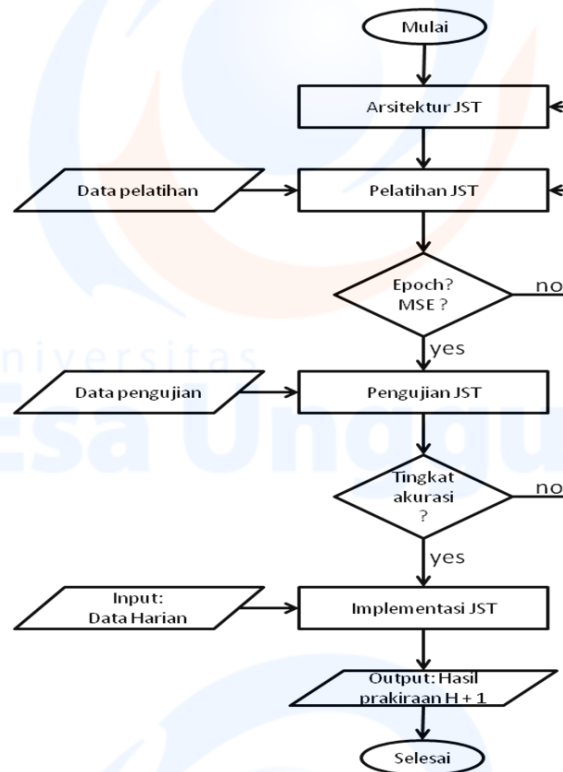
Input data yang berfungsi sebagai *antecedent* distrukturkan berdasarkan hasil dari model prakiraan harga dan permintaan, dan ketersediaan bahan baku. Berdasarkan hasil prakiraan harga dan volume permintaan dilakukan pengelompokkan nilai harga dan nilai permintaan. Pengetahuan pakar diakuisi untuk melalui wawancara mendalam untuk menentukan klasifikasi tingkat permintaan dan tingkat harga.



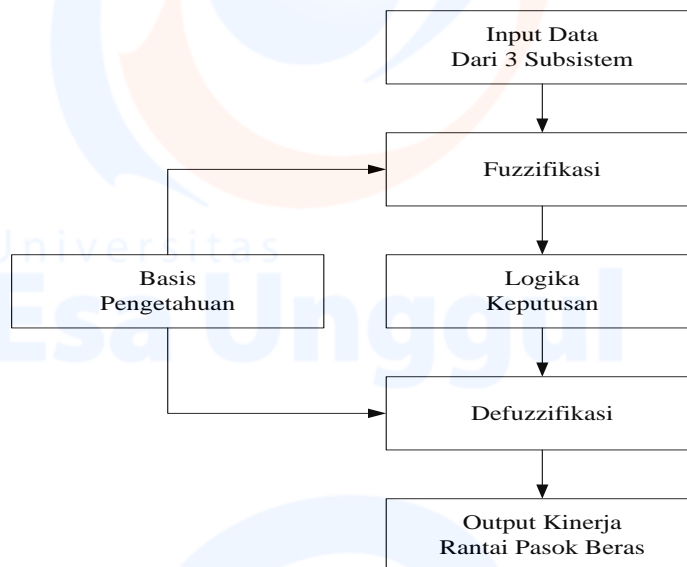
Gambar 3 Konfigurasi model



Gambar 4 Tahapan Perancangan JST Prakiraan Harga dan Volume Permintaan



Gambar 5
Perancangan Arsitektur JST untuk Prakiraan Ketersediaan Bahan Baku



Gambar 6
Tahapan *Fuzzy Inference System*

Hasil perbandingan nilai prakiraan dengan nilai rata-rata, nilai tertinggi dan nilai terendah data aktual dijadikan basis perhitungan untuk memperoleh klasifikasi aturan yang akan digunakan sebagai input data pada FIS. Selisih antara nilai maksimum dengan nilai rata-rata dinyatakan sebagai kategori tinggi, sementara selisih antara nilai rata-rata dengan nilai minimum dinyatakan sebagai kategori rendah. Kondisi

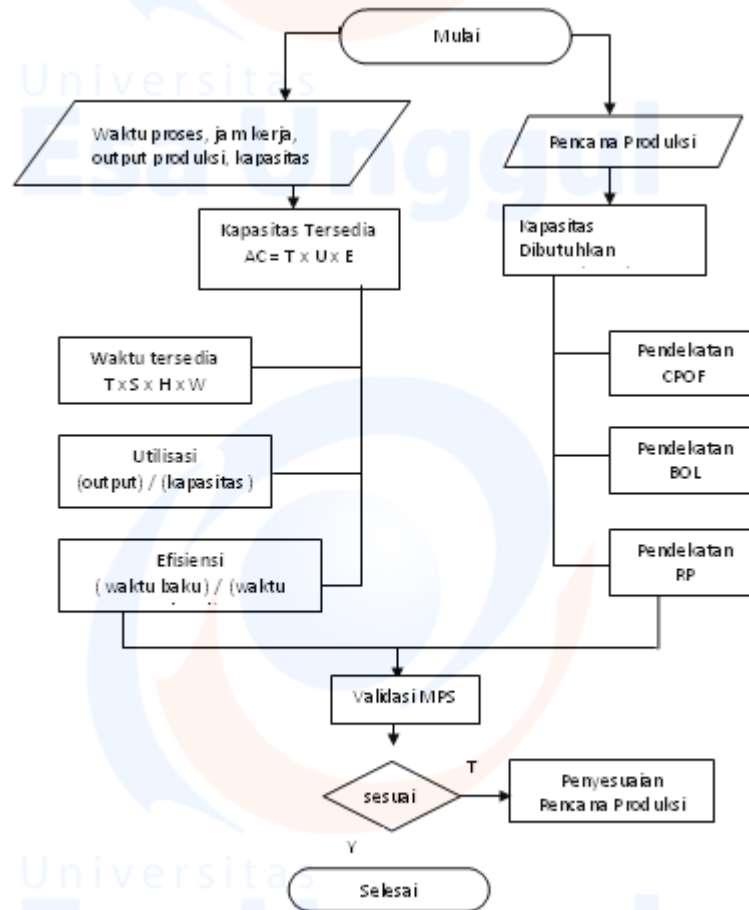
normal adalah kondisi diantara kategori tinggi dan rendah. Data base untuk input disusun dalam bentuk data linguistik dengan kombinasi beberapa himpunan nilai.

2. Proses fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses merubah nilai input data menjadi bernilai *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan (*membership function*) tertentu.

Pada model ini proses fuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan TFN (*Triangular Fuzzy Number*), dimana setiap input data memiliki himpunan nilai dalam tiga selang nilai. Input data hasil prakiraan harga dan permintaan memiliki nilai linguistik tinggi, normal dan rendah. Demikian juga nilai *fuzzy* untuk input data

ketersediaan bahan baku juga dikategorikan ke dalam selang nilai tinggi, sedang dan rendah. Untuk output data berupa jumlah produksi dikategorikan tinggi, normal dan rendah. Seluruh nilai untuk input data dan output data dalam label linguistik, selanjutnya disusun kedalam himpunan keanggotaan *fuzzy*.



Gambar 7
Diagram alir penghitungan ketersediaan kapasitas

3. Penyusunan logika keputusan

Logika keputusan yang disusun mengikuti aturan yang berdasarkan logika “jika maka” (*If Then Rule*). Aturan “jika maka” dapat disusun berdasarkan hasil akuisisi pengetahuan pakar di lapangan yang mempunyai kemampuan dalam bidang yang dikerjakannya (Elmahi, 2002 ; Pongpaibool, 2007). Pada penelitian ini logika untuk aturan “jika-maka” digunakan operator “and” untuk membangun logika pada *antecedent*.. Alternatif aturan yang digunakan untuk menyusun rencana produksi sebagai hasil diskusi dengan pakar karet spesifikasi teknis.

4. Proses Defuzzifikasi

Setelah nilai input diubah menjadi nilai *fuzzy* maka diperlukan proses defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai tegas (*crisp*). Terdapat beberapa

metode untuk melakukan agregasi nilai, pada penelitian ini dipakai metode agregasi dengan fungsi kepadatan centroid untuk menghitung luas area pada hasil agregasi untuk menentukan nilai output.

Model Ketersediaan Kapasitas Produksi

Rencana produksi umumnya disusun dalam bentuk Jadwal Induk Produksi (*Master Production Scheduling, MPS*). *MPS* akan menjadi masukan utama untuk merencanakan kebutuhan sumber daya dan kebutuhan kapasitas. Model ketersediaan kapasitas digunakan untuk menghitung apakah sumber daya yang direncanakan cukup untuk melaksanakan rencana produksi karet spesifikasi teknis jenis untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan kapasitas yang ditetapkan dalam jadwal

induk produksi dengan ketersediaan kapasitas di lantai produksi.

Input yang digunakan dalam model ini adalah sumber daya yang tersedia berupa jumlah jam kerja, waktu baku yang diperlukan setiap mesin. Berdasarkan data historis yang tersedia selanjutnya dihitung tingkat utilisasi dan efisiensi mesin, yang berfungsi sebagai faktor pengurang ketersediaan kapasitas yang digunakan untuk perawatan mesin. Output dari model ini adalah diperolehnya kapasitas yang tersedia untuk setiap mesin dan kapasitas unit pengolahan untuk menghasilkan karet spesifikasi teknis.

Kesimpulan

Model konseptual yang dirancang bangun pada penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan menjadi perangkat lunak sistem manajemen ahli perencanaan produksi. Perangkat lunak ini berguna untuk menyusun dan melakukan penyesuaian terhadap rencana produksi sehingga dapat diputuskan jumlah dan kapan rencana produksi direalisasikan. Sistem manajemen ahli perencanaan produksi ini berguna bagi para pengambil keputusan untuk mengelola kegiatan operasional di lantai produksi. Perencanaan produksi untuk agroindustri perlu menyeimbangkan antara pasokan bahan baku dan permintaan. Prakiraan permintaan dan prakiraan pasokan bahan baku memiliki kepentingan yang sama dalam penyusunan rencana produksi. Model perencanaan produksi juga diintegrasikan dengan kemampuan pabrik untuk merealisasikan rencana produksi.

Daftar Pustaka

- Aghezzaf E. "Capacity Planning and Warehouse Location in Supply Chains with Uncertain Demand". *Journal of Operational Research Society* 56 : 453-463. 2005
- Angerhofer B.J. Angelides M.C. "A Model and Performance Measurement System for Collaborative Supply Chains". Decision Support Systems. www.sciencedirect.com. 2005
- Attaran M, Attaran S. "Collaborative supply chain management: The most promising practice for building efficient and sustainable supply chains". *Journal of Business Process Management*. Vol. 13 : 3. 2007
- Bolstorff P, Rosenbaum R. "Supply Chain Excellence-A Handbook for Dramatic Improvement Using the SCOR Model". Amacom. 2007
- Fogarty DW, Blackstone JH, Hoffmann TR, 1991. *Production and Inventory Management*. South-Western Publishing, Cincinnati, Ohio. 1991
- Honggokusumo S. Proyeksi, Produksi, Konsumsi, Ekspor dan Harga Karet. Makalah disampaikan pada Penyusunan Angka Proyeksi Ekspor Non Migas, Badan Litbang Perdagangan, Jakarta, 10 Januari 2011
- Honggokusumo, S. Indoensia Rubber Industry: Present Status and Perspective. Presented at Grand Hyatt Jakarta 7 June 2010
- International Rubber Study Group. Rubber Statistical Bulletin Vol. 60 No. 2-3. United Kingdom. 2005
- International Rubber Study Group. Rubber Statistical Bulletin Vol. 64 No. 10-12. United Kingdom. 2010
- Levi DS, Kaminsky P, and Levi ES. Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies. Singapore: Irwin McGraw-Hill. 2003
- Nakano M. 2009. Collaborative forecasting and planning in supply chains: The impact on performance in Japanese manufacturers. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol 39 : 2. 2009
- Munakata T. Fundamentals of The New Artificial Intelligence : Neural, Evolutionary, Fuzzy and More. Springer-Verlag, London. 2008
- Pujawan, IN. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya : Guna Widya. 2005
- Sheikh K. 2002. *Manufacturing Resource Planning (MRP II), with Introduction to ERP, SCM and CRM*. Mc Graw Hill, Singapore. 2002
- Siang, JJ. 2005. Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemogramannya Menggunakan Matlab. Andi -Yogyakarta. 2005