

# Disain Penilaian Risiko Mutu dalam Rantai Pasok Minyak Sawit Kasar dengan Pendekatan Sistem Dinamis

Marimin<sup>a</sup> dan Muhammad Nanda Rahadiansyah<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

<sup>b</sup>Alumni Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Naskah diterima : 24 Nopember 2011

Revisi Pertama : 09 Desember 2011

Revisi Terakhir : 09 Januari 2012

## ABSTRAK

Industri kelapa sawit Indonesia telah tumbuh secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir dan sejak tahun 2006 menjadi produsen minyak sawit kasar (CPO) terbesar sedunia mengungguli Malaysia. Seiring dengan peningkatan potensi dan permintaan pasar terhadap produk sawit Indonesia, maka kebutuhan fungsi kualitas akan semakin meningkat. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merumuskan ukuran kesuksesan manajemen Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Adolina dan merancang model dinamik penilaian resiko mutu CPO sebagai alat bantu dalam mengenal pola penilaian resiko mutu CPO yang diproduksi PKS Adolina. Model dinamik yang dibangun terdiri dari tiga sub-model, yaitu sub-model produksi, sub-model transportasi dan sub-model persediaan. Simulasi pada ketiga sub-model tersebut dapat digunakan untuk merumuskan susunan kebijakan manajemen. Penelitian ini menghasilkan rumusan ukuran kesuksesan manajemen yang terkait dengan ukuran kesuksesan tiap pelaku rantai pasok dan pengembangan simulasi skenario kebijakan, baik skenario dasar, skenario perilaku dinamik dan juga skenario penilaian resiko mutu dimana terdapat parameter probabilistik dan ketidakpastian didalamnya. Ukuran kesuksesan manajemen yang berhasil dirumuskan dalam penelitian ini adalah produksi CPO dan kadar Asam Lemak Bebas (ALB).

kata kunci : industri kelapa sawit, rantai pasok, penilaian risiko mutu, probabilitas, model dinamik

## ABSTRACT

*Indonesian palm oil industry has grown significantly in recent years and since 2006 has surpassed Malaysia to become the world's largest Crude Palm Oil (CPO) producer. With the ever increasing of potential market and market demands for its palm oil products, Indonesia will need to ensure the highest level of palm oil products quality. The main objectives of this research are to identify the factors for measuring the success of Palm Oil Mills (POM) Adolina's management and to design a dynamic model as a tool for determining the quality risk assessment pattern of POM Adolina. The dynamic model comprises three sub-models, namely production sub-model, transportation sub-model and inventory sub-model respectively. The results from simulation of this model are then referenced for formulating managerial policies. This research produced the formulation of the most important factors to measure management success, namely the yield of CPO and the level of free fatty acid (FFA) and also generated simulation of managerial policies.*

---

*To obtain them three scenarios were considered, the basic, the dynamic behavior and the risk assessment scenarios. Probability and uncertainty parameters were considered in the third scenario.*

*keywords : palm oil industry, supply chain, quality risk assessment, probability, dynamic model*

## I. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit Indonesia telah tumbuh secara signifikan dalam empat tahun terakhir dan sejak tahun 2006 menjadi produsen terbesar di dunia untuk pemasok minyak sawit kasar (CPO) mengungguli Malaysia. Menurut Departemen Pertanian Republik Indonesia, pada tahun 2009, kapasitas produksi CPO Indonesia mencapai 20,9 juta ton CPO dengan total luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai 7,5 juta ha dengan potensi ekstensifikasi lahan 26,6 juta ha. Selain itu minyak sawit Indonesia merupakan komoditas strategis dalam pemanfaatan produk turunan yang bernilai tambah tinggi, baik sebagai bahan pangan (minyak goreng), bahan bakar alternatif seperti biodiesel maupun pemanfaatannya pada bidang non-pangan dalam bentuk oleokimia (Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia, 2010).

Urgensi dari pengembangan komoditi sawit telah digalakkan dan ditetapkan sebagai komoditi ekspor non-migas untuk meningkatkan devisa negara dan memenuhi kebutuhan industri minyak nabati dan industri lainnya di dalam negeri. Penetapan ini didukung oleh pemerintah mengenai pengembangan perkebunan kelapa sawit rakyat melalui kemitraan dengan perkebunan besar, yang berdampak pada peningkatan areal pengembangan tanaman kelapa sawit rakyat dan berbagai program revitalisasi perkebunan kelapa sawit yang cukup signifikan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2007 secara total produksi CPO Indonesia adalah 17,7 juta ton dengan volume CPO yang diekspor mencapai 16,8 juta ton atau senilai US\$ 8.013.600.000. Volume dan nilai ekspor produk kelapa sawit dalam bentuk CPO tersebut

diprojeksikan akan meningkat terus seiring dengan peningkatan luas lahan kelapa sawit.

Dengan semakin meningkatnya potensi dan permintaan pasar akan produk sawit Indonesia, maka akan semakin terpapar secara eksplisit kebutuhan akan kualitas produk dan bahan yang dihasilkan. Penjaminan pasokan bahan baku dari kebun ke pabrik dan produk dari pabrik ke konsumen menjadi fundamental perannya dalam rangka peningkatan kualitas tersebut.

Keragaman mutu minyak sawit kasar (CPO) dipengaruhi oleh pelaku atau mata rantai kegiatan di rantai pasoknya, yaitu kegiatan pasca-panen, transportasi, pengolahan dan penimbunan di tangki timbun pabrik. Hasil penelitian terkait mutu yang dilakukan oleh Kandiah, dkk., (2002) dan Hadiguna dan Machfud (2008) menunjukkan bahwa penundaan pengolahan akan meningkatkan kadar Asam Lemak Basah (ALB). Minyak sawit kasar juga berisiko mengalami perubahan dan kerusakan selama transportasi jika harus menempuh jarak jauh atau waktu yang lama (Djohar, dkk., 2003). Faktor-faktor penting seperti ini bersumber dari rangkaian kegiatan operasional rantai pasok sehingga membutuhkan pengelolaan yang terintegrasi antara panen, angkut, olah dan penimbunan. Seluruh rangkaian kegiatan terkait akan memicu risiko mutu sehingga membutuhkan pengelolaan yang efektif.

Peran manajemen panen-angkut-olah menjadi faktor kunci dalam manajemen rantai pasok agroindustri secara umum. Manajemen rantai pasok agroindustri tersebut meliputi integrasi, koordinasi dan kolaborasi seluruh organisasi sepanjang rantai pasokan. Integrasi rantai pasokan dan manajemen risiko berfungsi memastikan bahwa ketika gangguan terjadi,

perusahaan mempunyai kemampuan untuk kembali pada keadaan normal dan melanjutkan bisnisnya (Suharjito, dkk., 2011). Namun hal tersebut merupakan pekerjaan yang sulit karena adanya perbedaan dan konflik tujuan dari fasilitas dan pelaku yang terlibat, serta rantai pasokan merupakan suatu sistem dinamis yang berkembang sepanjang waktu.

Oleh karena adanya permasalahan kualitas dari hulu sampai ke hilir dalam suatu cakupan rantai pasokan pada industri CPO Indonesia perlu dilakukan suatu penelitian dengan pendekatan model dinamis agar ukuran kriteria kesuksesan perusahaan dapat terkendali.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini terbagi menjadi dua bagian utama. Pertama, pengidentifikasian perilaku-perilaku yang mempengaruhi keragaman mutu minyak sawit kasar di sepanjang rantai pasokan yang dilanjutkan dengan perumusan ukuran kesuksesan manajemen dalam penilaian dan pengelolaan risiko penurunan mutu berdasarkan strukturisasi sumber-sumber pemicu risiko yang terdapat dalam seluruh rangkaian operasional rantai pasok CPO. Tujuan kedua adalah merancang model dinamik sebagai alat bantu mengenal pola

penilaian risiko mutu CPO Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Unit Adolina dan mensimulasikannya untuk mendapat susunan kebijakan pada tingkat manajemen.

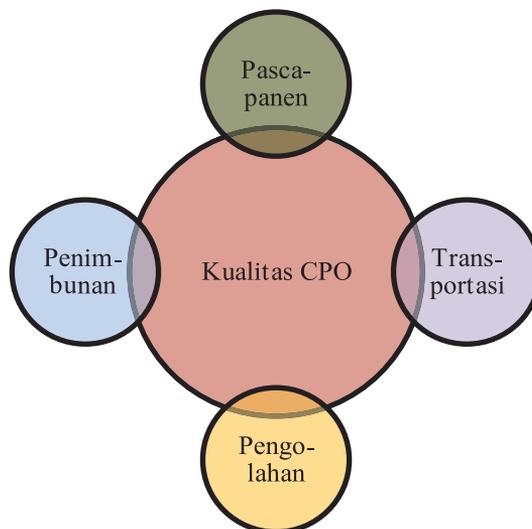
## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada perusahaan yang memiliki kredibilitas tinggi sebagai *best practices* dalam pengolahan CPO yaitu PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Adolina dan pada balai penelitian kelapa sawit nasional Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Penelitian lapang dilangsungkan pada periode April – Juni 2011.

### 2.2. Kerangka Pemikiran

Risiko terhadap kualitas CPO berkembang sepanjang waktu. Kompleksitas terhadap tingkat produksi CPO dan fluktuasinya nilai ALB terhadap CPO yang dihasilkan menyebabkan sistem rantai pasokan CPO tidak bisa dilihat hanya dalam satu sudut pandang (parsial) melainkan harus dilihat dalam pandangan holistik. Masing-masing mata rantai (faktor) elemen rantai pasok saling mempengaruhi terhadap hasil akhir kualitas CPO yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Keterkaitan antar Entitas Rantai Pasokan CPO terhadap Kualitas CPO yang Dihasilkan

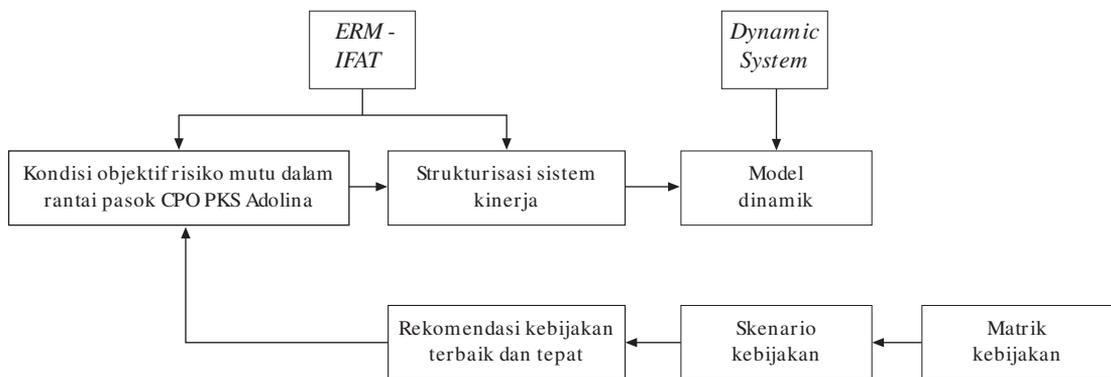
Identifikasi kunci terhadap kualitas CPO dalam rantai pasokan dilakukan dengan mengembangkan model ERM-IFAT (*Enterprise Risk Management-Integrated Framework and Application Techniques*) yang dikembangkan *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commissions of United States* (COSO, 2004). Metode ERM-IFAT dirancang untuk membantu *user* dalam mengidentifikasi, mengontrol hingga menghasilkan kebijakan yang tepat dalam rangka penanganan risiko demi mendukung pencapaian tujuan organisasi.

Terdapat delapan bangunan yang saling terkait dalam metode ERM-IFAT yaitu : (i) lingkungan internal; (ii) penetapan tujuan; (iii) identifikasi potensi risiko; (iv) penilaian risiko; (v) respons risiko; (vi) pengendalian risiko; (vii) informasi dan komunikasi; dan (viii) pengawasan.

Dalam metode tersebut, risiko didefinisikan sebagai segala kejadian (*events*) yang memiliki peluang kemungkinan terjadi (*likelihood*) dan memiliki dampak negatif (*impact*) terhadap pencapaian tujuan atau sasaran (*objectives*). Sasaran dalam penelitian direpresentasikan melalui RKAP yang telah ditetapkan perusahaan. RKAP (Rencana Kerja Anggaran Produksi) merupakan suatu target pencapaian

yang ditetapkan perusahaan terhadap unit usaha tertentu berdasarkan data pencapaian historis dan sumberdaya yang ada. Sehingga, jika realisasi produksi dibawah standar RKAP, ditarik generalisasi bahwa terdapat risiko yang menghambat pencapaian tujuan tersebut.

Keluaran dari identifikasi variabel kunci tersebut berupa sistem kinerja risiko mutu CPO dalam rantai pasok yang sudah terstrukturisasi. Selanjutnya adalah perancangan dan pengembangan model dengan menggunakan sistem dinamis. Pendekatan sistem dinamis dikembangkan Forrester (1961) yang dikembangkan lebih lanjut oleh Sterman (2000) merupakan metodologi yang berangkat dari paradigma berpikir sistemik untuk melihat keterkaitan antar elemen rantai pasok terhadap kualitas CPO yang dihasilkan. Pengembangan sistem dinamik penilaian risiko mutu CPO dalam pabrik dalam rangka meningkatkan kemampuan manajemen melihat perilaku dinamik yang mempengaruhi keragaman mutu CPO dalam pasokan di masa mendatang dengan bantuan simulasi komputer. Simulasi membantu melihat efektivitas rumusan kebijakan sebelum rumusan tersebut diujicobakan dalam kondisi yang sesungguhnya. Skema kerangka pemikiran penelitian digambarkan seperti pada Gambar 2.



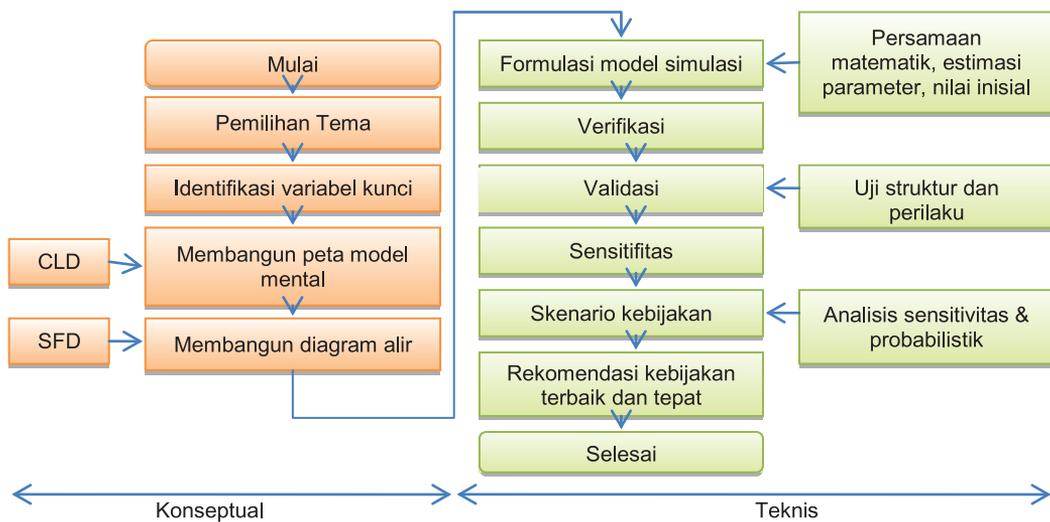
**Gambar 2.** Kerangka Pemikiran Penelitian

### 2.3. Tahapan Pemodelan Sistem Dinamik

Tahapan pemodelan sistem dinamik dalam penelitian ini mengacu kepada tahapan yang dikembangkan oleh Sterman (2000). Tahapan pemodelan diurai menjadi dua bagian, yaitu aspek konseptual dan aspek teknis. Bagian konseptual merupakan masukan dari strukturisasi sistem yang telah difiltrasi. Alur tahapan pemodelan seperti yang disajikan pada Gambar 3.

keragaman mutu CPO. Kegiatan-kegiatan pokok ini akan dipandang dalam satu pandangan sistem yang terintegrasi yang perlu dikelola untuk mengurangi terjadinya risiko dalam aktivitasnya.

Ukuran kesuksesan kegiatan pasca-panen adalah bahwa pihak tanaman dapat melakukan panen bersih dan mampu meminimalisir jumlah Tandan Buah Segar (TBS) restan dan meminimumkan waktu tumpuk sementara di



**Gambar 3.** Alur Tahapan Pemodelan

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Strukturisasi Sistem

Sumber-sumber risiko penurunan mutu pada rantai pasokan minyak sawit kasar (CPO) dapat diidentifikasi berdasarkan tahapan-tahapan mulai dari panen sampai dengan penimbunan di tangki tambun pabrik. Setiap kegiatan rantai pasok mempunyai potensi risiko penurunan mutu dan memiliki tingkat risiko yang berbeda-beda. Mata rantai dari empat elemen utama rantai pasokan CPO, yaitu kegiatan pasca-panen, transportasi panen, pengolahan di pabrik dan penimbunan di tangki timbun pabrik menjadi faktor utama penyebab

Tempat Pengumpulan Hasil (TPH). Ukuran kesuksesan kegiatan transportasi TBS adalah penjaminan bahwa seluruh hasil panen dapat terangkut ke pabrik melalui pengoptimalan jumlah truk dan trip yang ada serta fungsi waktu angkut dari tiap lokasi panen (*afdeling*) ke pabrik.

Ukuran kesuksesan kegiatan pengolahan di pabrik dipengaruhi oleh kegiatan pra-pengolahan seperti sortasi tandan buah segar dan waktu penumpukan di *loading ramp*, stagnasi mesin atau peralatan dan tingkat efisiensi penggunaan utilitas pabrik. Ukuran kesuksesan kegiatan penimbunan atau

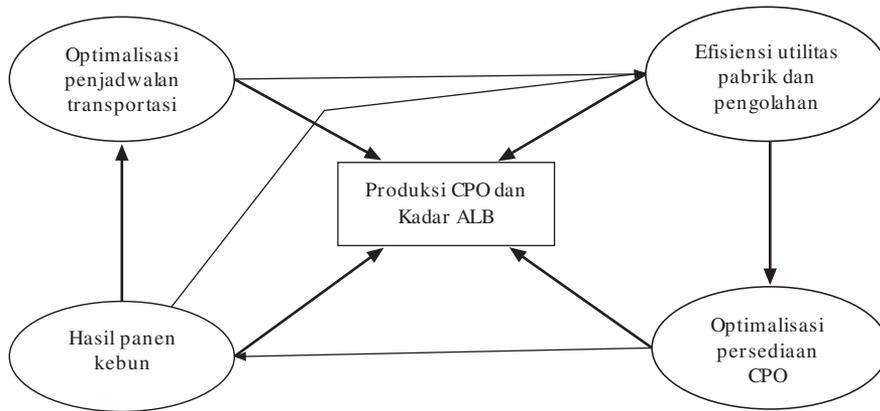
penyimpanan CPO lebih kearah pengoptimalan persediaan CPO yang ada di tangki timbun pabrik.

Dari keempat ukuran kesuksesan dari mata rantai dari elemen rantai pasok CPO tersebut, maka didapat suatu generalisir bahwa parameter utama dari penilaian risiko mutu dalam rantai pasokan CPO adalah produksi CPO dan kadar ALB dari CPO yang dihasilkan. Kedua ukuran kesuksesan tiap mata rantai pasok ini juga merupakan ukuran kesuksesan manajemen Pengolahan Kelapa Sawit (PKS) Unit Adolina dimana kedua parameter utama tersebut merupakan indikator utama performa

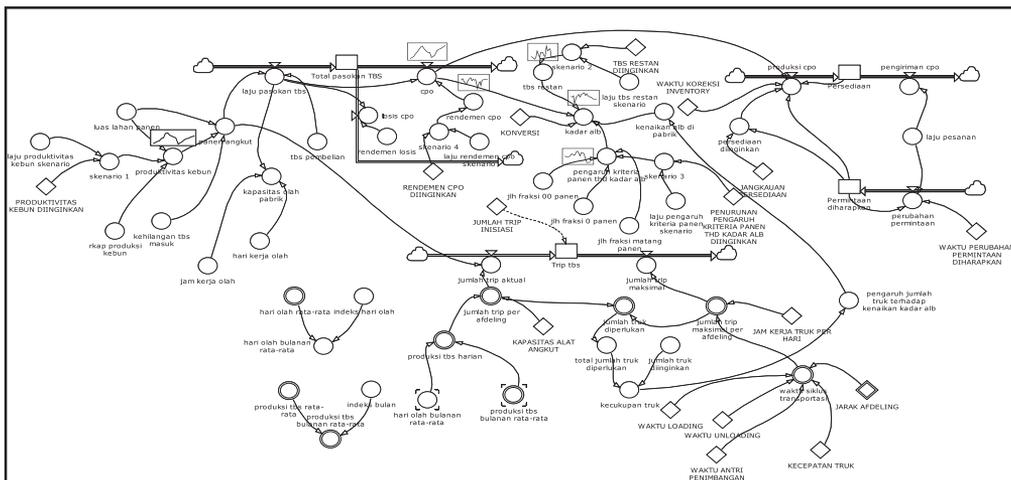
pabrik. Keterkaitan ukuran kinerja tiap mata rantai elemen rantai pasok dengan ukuran kesuksesan kinerja manajemen PKS Unit Adolina digambarkan seperti pada Gambar 4.

### 3.2. Model Dinamik Penilaian Risiko Mutu PKS Unit Adolina

Model dinamik penilaian risiko mutu CPO PKS Unit Adolina dapat dilihat pada Gambar 5 merupakan model yang dirancang sebagai *tool* dalam mengenal pola penilaian risiko mutu CPO yang diproduksi PKS Unit Adolina. Model ini dibangun melalui integrasi tiga sub-model, yaitu sub-model produksi, sub-model persediaan dan sub-model transportasi.



Gambar 4. Keterkaitan Ukuran Kesuksesan Kinerja PKS Unit Adolina



Gambar 5. Model Dinamik Penilaian Risiko Mutu PKS Unit Adolina

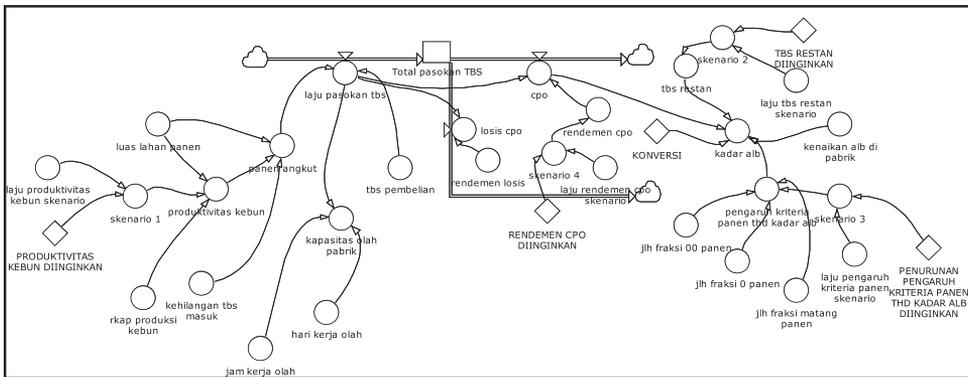
### 3.2.1. Sub-Model Produksi

Sub-model produksi dapat dilihat pada Gambar 6 merupakan sub-model yang menggambarkan proses produksi minyak sawit kasar yang sesuai dengan ketersediaan (TBS) dengan segala karakteristik kualitasnya. Struktur diagram alir proses produksi dipengaruhi oleh satu aliran masuk yaitu laju pasokan TBS dan dua aliran keluar, yaitu CPO dan losis CPO. Struktur diagram alir kadar ALB dipengaruhi oleh derajat kematangan panen buah (fraksi 0 panen, fraksi 00 panen dan fraksi matang panen), TBS restan dan

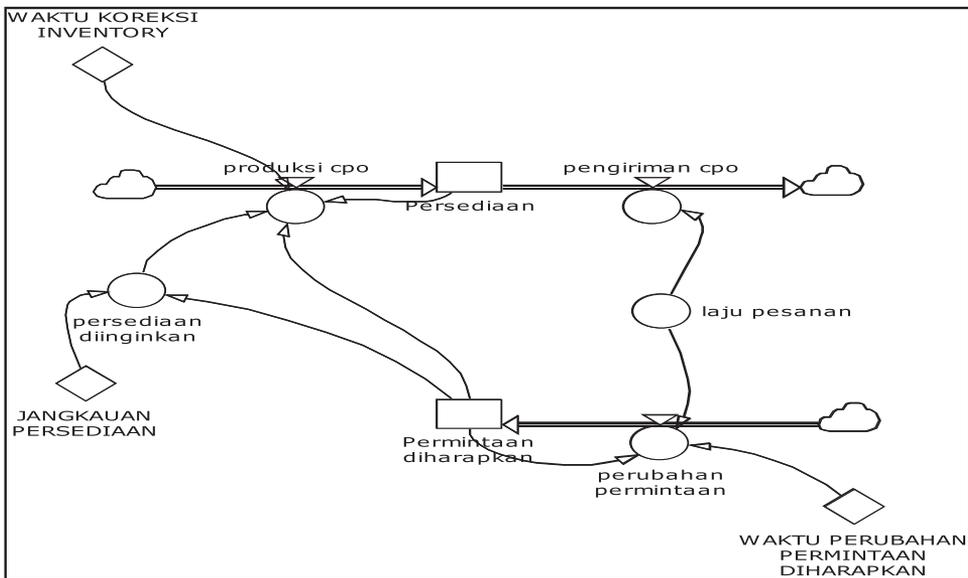
kenaikan ALB di pabrik akibat pengolahan.

### 3.2.2. Sub-Model Persediaan

Sub-model persediaan merepresentasikan tingkat persediaan dari CPO di tangki timbun pabrik. Mempunyai dua susunan *Stock Flow Diagrams* (SFD) yaitu : (i) akumulasi persediaan yang dipengaruhi oleh laju aliran masuk produksi CPO dan laju aliran keluar pengiriman CPO; dan (ii) akumulasi permintaan diharapkan oleh laju aliran masuk perubahan permintaan. Diagram alir sub-model persediaan seperti digambarkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Diagram Alir Sub-Model Produksi

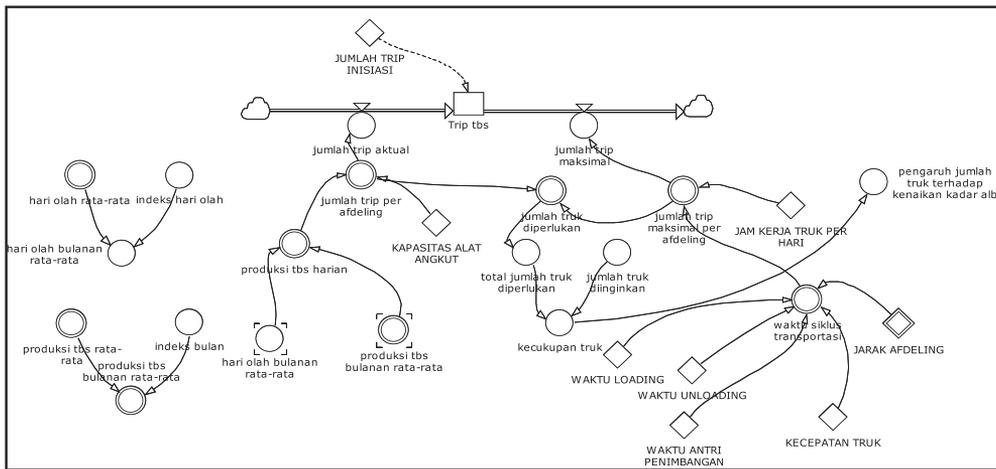


Gambar 7. Diagram Alir Sub-Model Persediaan

### 3.2.3. Sub-Model Transportasi

Sub-model transportasi akan mensimulasikan jumlah truk dan trip ideal hariannya per *afdeling* sesuai dengan jumlah TBS yang dipanen dan diangkut ke pabrik. Sub-model ini mempunyai satu susunan SFD yaitu trip TBS. Struktur diagram trip TBS dipengaruhi laju aliran masuk jumlah trip aktual dan laju aliran keluar jumlah trip maksimal. Diagram alir sub-model transportasi seperti digambarkan pada Gambar 8.

pada bulan mendatang (Mei – September 2011). Analisis skenario dipengaruhi oleh parameter yang mempunyai tingkat sensitivitas tinggi terhadap parameter utama (produksi CPO dan kadar ALB), yaitu produktivitas kebun, rendemen CPO, TBS restan dan pengaruh kriteria panen terhadap kadar ALB. Parameter lainnya yang memiliki sensitivitas rendah dan sedang diasumsikan tidak mengalami perubahan dari bulan April 2011 (*fixed value*). Perubahan parameter yang mempengaruhi parameter utama tetap direncanakan sesuai



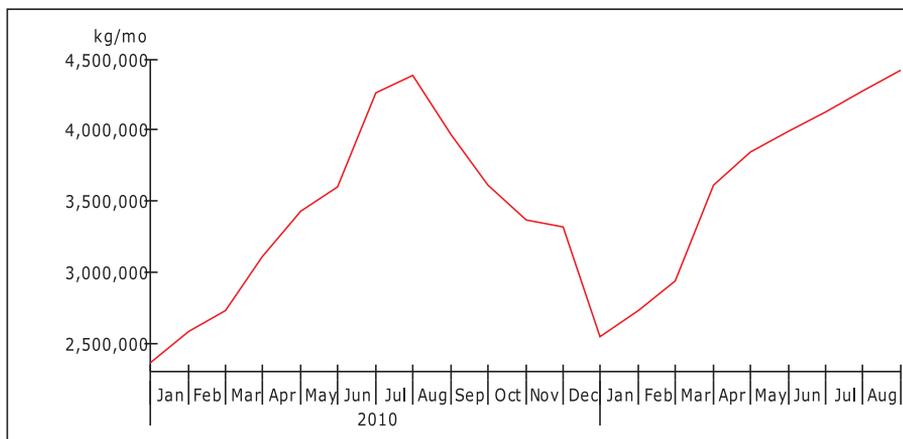
Gambar 8. Diagram Alir Sub-Model Transportasi

### 3.3. Simulasi Skenario Perilaku Dasar

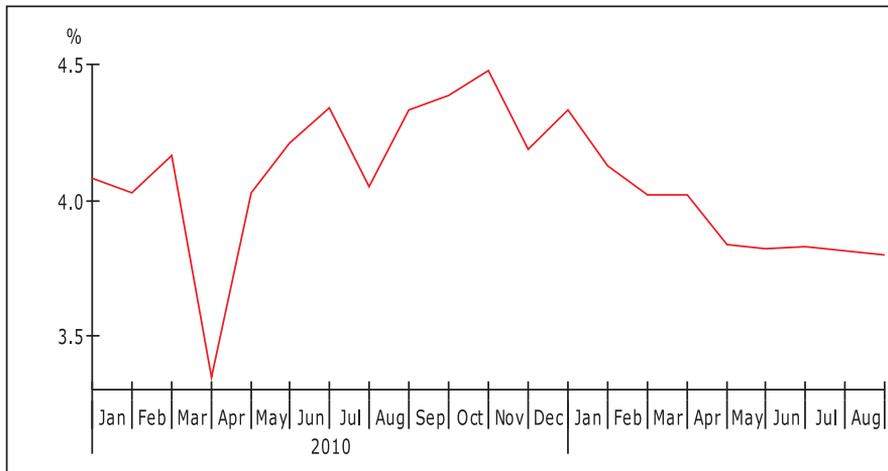
Analisis skenario perilaku dasar menguraikan perilaku kinerja PKS Unit Adolina

dengan RKAP yang ditetapkan perusahaan.

Grafik dinamika produksi CPO dan kadar ALB seperti tampak pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Dinamika Produksi CPO pada Skenario Dasar



**Gambar 10.** Dinamika Kadar ALB Pada Skenario Dasar

### 3.4. Simulasi Skenario Perilaku Dinamik

Analisis perilaku dinamik atau analisis sensitivitas memungkinkan bagi pemodel untuk memasukkan nilai atau merubah nilai dari parameter yang diuji. Meskipun analisis perilaku dasar begitu penting sebagai cerminan dari kondisi aktual di lapangan, namun pada kenyataannya model harus dapat mengakomodir kejadian-kejadian pada periode mendatang dan selalu merencanakan kebijakannya berdasar RKAP yang telah

ditetapkan perusahaan sebelumnya. Perubahan nilai paramater, atau parameter yang diuji, dalam bahasan ini adalah produktivitas kebun, rendemen CPO, TBS restan, pengaruh kriteria panen terhadap kadar ALB dan juga jumlah truk. Perubahan nilai parameter mengacu pada Forrester (1961) dan Rohmatulloh (2007) dimana terdiri dari tiga skenario beserta kombinasinya yaitu skenario agresif (optimis), moderat dan lambat (pesimis) dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1.** Matriks Skenario Kebijakan

Skenario	Produktivitas Kebun (kg/Ha)	Rendemen CPO ( )	TBS restan (%)	Pengaruh Kriteria Panen Thp Kadar ALB (%)	Jumlah Truk (truk)	Ket.
Agresif	+(5-6%)	+(0,13-0,14 %)	-1%	-1,5%	≥ total truk diperlukan	SR 1A
Agresif	+(5-6%)	-	-1%	-1,5%	≥ total truk diperlukan	SR 1B
Agresif	-	+(0,13-0,14 %)	-0,5%	-1,5%	≥ total truk diperlukan	SR 1C
Moderat	-	-	0,5%	-1%	≥ total truk diperlukan	SR 2
Lambat	-(5-6%)	-(0,13-0,14 %)	1%	1,5%	< total truk diperlukan	SR 3
Agresif-Lambat	+(5-6%)	+(0,13-0,14 %)	0,5%	1%	< total truk diperlukan	SR 4

Keterangan : \*) +/- 5-6% = produktivitas meningkat atau menurun sebesar 5-6% setiap bulan dari kinerja bulan April 2011 sebesar 1963,21 kg/ha.

\*\*\*) +/- 0,13-0,14% = rendemen CPO meningkat atau menurun sebesar 0,13 0,14% setiap bulan dari kinerja bulan April 2011 sebesar 22,7%.

\*\*\*\*) - = kinerja produktivitas kebun atau rendemen CPO menggunakan nilai kinerja masing-masing parameter pada bulan April 2011.

Hasil simulasi dinamika produksi CPO dan kadar ALB dalam berbagai skenario varian disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2.** Dinamika Produksi CPO pada Berbagai Skenario

Bulan	Dinamika Produksi CPO (kg)						
	Dasar	SR1A	SR1B	SR1C	SR2	SR3	SR4
Mei-11	3846920,53	3846920,53	3841542,37	3709958,1	3704771,42	3563005,27	3846920,53
Jun-11	3989452,6	3989452,6	3978313,33	3715144,78	3704771,42	3421622,08	3989452,6
Jul-11	4132367,63	4132367,63	4115084,28	3720331,46	3704771,42	3280621,84	4132367,63
Agust-11	4275665,62	4275665,62	4251855,23	3725518,14	3704771,42	3140004,57	4275665,62
Sep-11	4419346,56	4419346,56	4388626,18	3730704,82	3704771,42	2999770,25	4419346,56

**Tabel 3.** Dinamika Kadar ALB pada Berbagai Skenario

Bulan	Dinamika Kadar ALB (%)						
	Dasar	SR1A	SR1B	SR1C	SR2	SR3	SR4
Mei-11	3,84	3,84	3,84	3,84	3,87	4,09	3,89
Jun-11	3,83	3,83	3,82	3,84	3,88	4,1	3,91
Jul-11	3,83	3,83	3,83	3,85	3,92	4,11	3,93
Agust-11	3,82	3,82	3,81	3,84	3,93	4,12	3,94
Sep-11	3,8	3,8	3,8	3,83	3,94	4,13	3,96

### 3.5. Simulasi Penilaian Risiko

Analisis penilaian risiko dilakukan untuk mengetahui potensi dan tingkat risiko atau peluang proyeksi kinerja mutu minyak sawit kasar PKS Unit Adolina pada bulan mendatang. Alat (*tool*) ini dapat mengetahui bagaimana keadaan skenario yang terbaik maupun terburuk. Penilaian risiko mengerjakan secara otomatis dengan merubah nilai variabel dan menghitung nilai baru, serta membantu

menentukan probabilitas untuk mendapatkan strategi terbaik.

Analisis risiko akan menghasilkan distribusi nilai pada parameter utama menggunakan metode Latin *Hypercube* dengan ulangan sebanyak 100 kali. Dipilihnya metode Latin *Hypercube* karena metode ini tidak bekerja dengan bilangan acak seperti dalam metode *Monte Carlo*, melainkan bekerja dengan distribusi probabilitas spesifik

parameter yang akan diuji, sehingga hasilnya 10 x lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Dalam simulasi nantinya, akan dihasilkan 40 generasi dengan ulangan sebanyak 100 kali ulangan dengan opsi *record of history* adalah *maximum resolution* tiap jenjang periode (bulanan).

Simulasi dengan menggunakan metode Latin *Hypercube* ini akan menghasilkan nilai rata-rata, simpangan baku dan batas persentil sebesar 25 persen, 50 persen dan 75 persen seperti disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

### 3.6. Uji Sensitivitas

Uji sensitivitas pada dasarnya mengasumsikan kemungkinan-kemungkinan suatu kondisi yang terjadi di dunia nyata dan pilihan-pilihan kebijakan yang mungkin dilakukan oleh pengambil keputusan. Uji

sensitivitas model dinamik penilaian risiko mutu CPO PKS Unit Adolina menggunakan parameter yang berpengaruh terhadap kinerja sistem, yaitu produktivitas kebun, rendemen CPO, TBS restan dan pengaruh kriteria panen terhadap ALB. Metode yang digunakan adalah skenario terbaik-terburuk (Sterman 2000). Setiap perubahan parameter, dalam hal ini dinaikkan (diturunkan) 10 persen dari nilai parameter dasar akan dilihat responnya terhadap perubahan parameter utama.

Skenario terbaik yang mungkin terjadi diasumsikan, bahwa produktivitas kebun naik sebesar 10 persen dari nilai awal, rendemen CPO naik 10 persen dari nilai awal, pengaruh TBS restan terhadap ALB turun 10 persen dari nilai awal dan pengaruh kriteria panen terhadap ALB turun 10 persen dari nilai awal. Skenario terburuk yang mungkin terjadi diasumsikan

**Tabel 4.** Dinamika Produksi CPO pada Berbagai Selang Distribusi

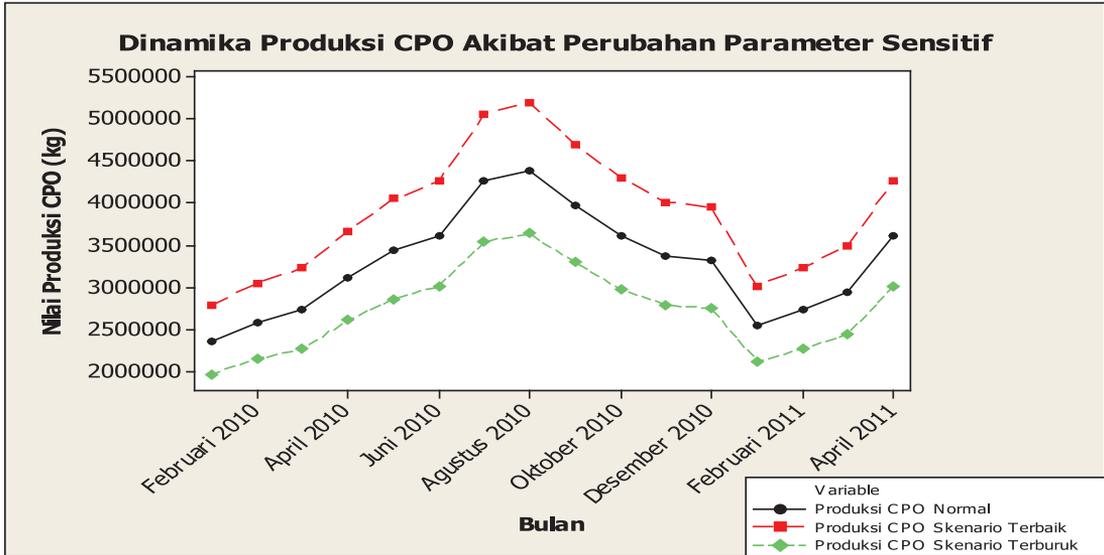
Bulan	Produksi CPO (kg)				
	Rata-rata	Simpangan baku	25%	50%	75%
Mei 2011	3886672,29	354582,18	3612941,40	3860157,62	4084866,76
Juni 2011	4030681,53	368731,14	3746227,96	4006184,66	4237555,48
Juli 2011	4175077,70	382925,83	3879872,58	4152604,37	4390654,59
Agustus 2011	4319860,80	397165,49	4013875,26	4299416,74	4544164,08
September 2011	4465030,83	411449,49	4148236,00	4446621,77	4698083,97

**Tabel 5.** Dinamika Kadar ALB dalam Berbagai Selang Distribusi

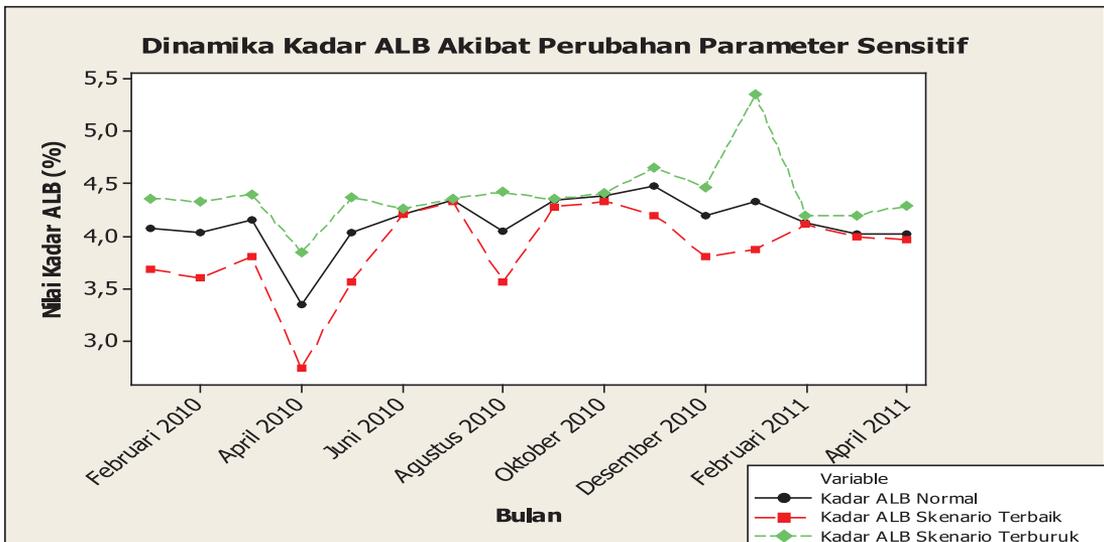
Bulan	Kadar ALB (%)				
	Rata-rata	Simpangan baku	25%	50%	75%
Mei 2011	3,78	0,27	3,62	3,83	3,99
Juni 2011	3,77	0,28	3,60	3,82	3,98
Juli 2011	3,78	0,28	3,60	3,83	4,00
Agustus 2011	3,76	0,29	3,58	3,81	3,99
September 2011	3,74	0,30	3,55	3,79	3,97

bahwa produktivitas kebun dan rendemen CPO turun 10 persen dari nilai awal, dan pengaruh TBS restan dan kriteria panen terhadap ALB naik sebesar 10 persen dari nilai awal.

Dinamika produksi CPO dan kadar ALB pada kemungkinan kondisi terbaik dan terburuk seperti yang tertera dalam Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. Dinamika Produksi CPO Akibat Perubahan Parameter Sensitif



Gambar 12. Dinamika Kadar ALB Akibat Perubahan Parameter Sensitif

---

### 3.7. Verifikasi Model

Proses verifikasi model dinamik penilaian risiko mutu PKS Unit Adolina terdiri dari tiga tahapan yaitu : (i) pengecekan hubungan antar variabel dan parameter sehingga terjadi konsistensi hubungan yang logis. Jika terdapat hubungan yang tidak logis atau tidak benar antar variabel atau parameter, Powersim akan memberikan simbol “#” pada jalur (*link*) yang menghubungkan variabel tersebut agar hubungan tersebut dapat dikoreksi; (ii) pengecekan unit analisis variabel atau parameter agar konsisten. Powersim akan memberikan tanda “?” yang artinya persamaan tersebut masih belum konsisten unit analisis yang digunakannya; dan (iii) pengecekan perilaku model dinamik penilaian risiko mutu pada variabel kunci.

Dengan demikian model dinamik penilaian risiko mutu PKS Unit Adolina telah memenuhi prosedur verifikasi mengacu pada Schlesinger, dkk. (1979) dan Rohmatulloh (2007).

### 3.8. Validasi Model

Teknik validasi yang digunakan pada studi ini meliputi validasi struktur dan validasi kinerja. Validasi struktur dilihat dari bangunan teori dalam pembangunan model. Validasi kinerja dilakukan dengan melihat kinerja keluaran model dengan keluaran model dunia nyata dengan uji kondisi ekstrim, pemeriksaan konsistensi unit analisis dan pemeriksaan konsistensi data secara statistik (Muhammadi, dkk., 2001).

Uji kondisi ekstrim untuk mengetahui, bahwa model yang dibangun tangguh dalam menghadapi kemungkinan perubahan ekstrim nilai parameter di dunia nyata. Berdasarkan pengujian, dapat dilihat bahwa model memperlihatkan pola yang tidak berlawanan dan sesuai dengan model dasar dunia nyata. Syarat model harus handal pada kondisi ekstrim telah terpenuhi.

Pengujian konsistensi hasil keluaran dengan membandingkan data hasil simulasi

dan data aktual berdasarkan *Average Percent Error* (APE) dan nilai tengah (*mean*) APE. Parameter utama yang diuji adalah jumlah produksi minyak sawit kasar (CPO) dan kadar ALB.

Berdasar hasil perhitungan, validasi kinerja produksi CPO antara data aktual dan simulasi. menghasilkan nilai MAPE sebesar 11,0288 persen. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat galat simulasi dan aktual berada 1 persen dari nilai yang diperkenankan menurut Muhammadi, dkk., (2001) yaitu sebesar 10 persen, tetapi karena simulasi dibangun berdasarkan standar yang ditetapkan oleh perusahaan (RKAP) maka nilai 1 persen tersebut masih dalam batas toleransi dan tidak berpengaruh signifikan terhadap kelangsungan pengintegrasian model secara keseluruhan. Sedangkan untuk validasi kinerja ALB antara data aktual dan simulasi menghasilkan nilai MAPE sebesar 4,27437 persen yang masih dalam kisaran yang diperkenankan, yaitu dibawah 10 persen.

### 3.9. Implikasi Manajerial

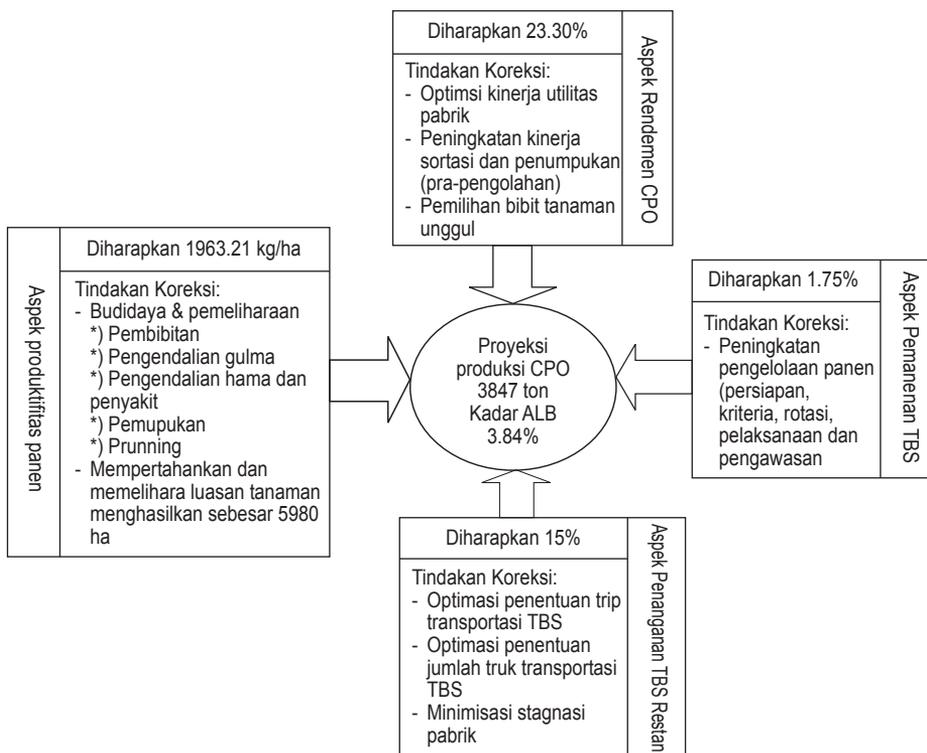
Berdasarkan hasil simulasi skenario kebijakan agresif (optimis) dan strategi manajemen PKS Unit Adolina dapat dirumuskan beberapa prioritas yang dapat dijadikan rekomendasi kebijakan. Rumusan kebijakan berhubungan dengan hal-hal yang menjadi parameter yang diuji pada model yang mempunyai korelasi signifikan terhadap parameter utama, yaitu rendemen CPO dan kadar ALB. Rumusan kebijakan meliputi aspek peningkatan produktivitas kebun, aspek peningkatan rendemen CPO, aspek penanganan pasca-panen yang didalamnya terkandung penanganan TBS restan dan pemanenan TBS. Rumusan kebijakan seperti disajikan dalam Tabel 6.

**Tabel 6.** Rumusan Kebijakan

Aspek Kebijakan	Tindakan
Peningkatan produktivitas kebun	Perbaiki kinerja penanganan tanaman di kebun dan memelihara serta meningkatkan luasan lahan panen TM
Peningkatan rendemen CPO	Optimasi kinerja utilitas pabrik dan peningkatankinerja prapengolahan di pabrik
Peningkatan kualitas pascapanen	Optimasi penjadwalan transportasi (trip dan truk) kebun ke pabrik, penerapan terintegrasi pengelolaan panen TBS dan minimasi stagnasi pabrik

Manajemen PKS Unit Adolina dapat melakukan tindakan korektif teknis operasional bulan Mei - September 2011 berdasarkan acuan rumusan tindakan terbaik seperti pada Gambar 13. Adapun hasil perbaikan tersebut menghasilkan proyeksi berdasarkan hasil simulasi skenario agresif periode bulan Mei - September 2011 berupa dinamika produksi

CPO sebesar 3.846.921 kg hingga 4.419.347 kg. Dinamika kadar ALB hasil simulasi bulan Mei - September 2011 sebesar 3,84 persen dan meningkat performanya menjadi 3,80 persen lebih baik dari keadaan aktual pada bulan April 2011 yang kadar ALB menyentuh nilai 3,92 persen.



**Gambar 13.** Tindakan Perbaikan Kinerja PKS Unit Adolina

---

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Ukuran kesuksesan manajemen berdasarkan hasil strukturisasi sistem adalah produksi CPO dan kadar ALB. Volume produksi CPO dan kadar ALB yang merupakan parameter utama kesuksesan PKS Unit Adolina, bersifat dinamik dan dipengaruhi oleh parameter produktivitas kebun, rendemen CPO, TBS restan, pengaruh kriteria panen terhadap kadar ALB dan kecukupan truk.

Perancangan model dinamik penilaian risiko mutu CPO PKS Unit Adolina (CPOdyn) telah berhasil dalam mendeskripsikan pola perilaku dinamik penilaian risiko mutu CPO serta merumuskan paket kebijakan untuk PKS Unit Adolina pada bulan mendatang sesuai dengan apa yang tertuang dalam RKAP perusahaan.

Secara umum, bila diproyeksikan *desired value* dari rendemen CPO dengan kisaran sebesar 22,0-24,00 persen dan produksi CPO mencapai 3.250.000-3.847.000 kg, dengan asumsi jarak tiap *afdeling* ke pabrik dan jumlah TBS pembelian sesuai dengan studi kasus penelitian, maka dibutuhkan armada truk sejumlah 17-19 truk per harinya pada musim panen normal dan 21-23 truk harian pada musim panen puncak.

Skenario dasar berdasarkan proyeksi hasil simulasi produktivitas kebun, rendemen CPO, TBS restan dan pengaruh kriteria panen terhadap kadar ALB serta kecukupan truk selama periode Mei - September 2011 menghasilkan dinamika produksi CPO PKS Unit Adolina dengan kisaran sebesar 3.846.921 kg hingga 4.419.347 kg. Dinamika kadar ALB yang diperoleh dengan kisaran sebesar 3,84 persen hingga menurun menjadi sebesar 3,80 persen.

Simulasi perilaku dinamik pada skenario agresif pada periode Mei-September 2011 menghasilkan dinamika produksi CPO PKS Unit Adolina dengan kisaran sebesar 3.846.921 kg hingga 4.419.347 kg. Dinamika kadar ALB yang diperoleh dengan kisaran sebesar 3,84

persen hingga menurun menjadi sebesar 3,80 persen.

Simulasi perilaku dinamik pada skenario lambat pada periode Mei-September 2011 menghasilkan dinamika produksi CPO PKS Unit Adolina dengan kisaran sebesar 3.563.005 kg hingga 2.999.770 kg. Dinamika kadar ALB yang diperoleh dengan kisaran sebesar 4,09 persen hingga meningkat menjadi sebesar 4,13 persen.

Hasil penilaian risiko akibat karakteristik ketidakpastian pada persentil 50 persen menunjukkan, bahwa kinerja PKS Unit Adolina dari sisi produksi CPO bulan Mei 2011 mencapai nilai sebesar 3.860.158 kg dan pada bulan September 2011 meningkat menjadi 4.446.622 kg. Dinamika produksi CPO pada persentil 25 persen periode Mei 2011 sebesar 3.612.941 kg dan pada September 2011 meningkat menjadi 4.148.236 kg. Dinamika produksi CPO pada persentil 75 persen periode Mei 2011 sebesar 4.084.867 kg dan periode September 2011 meningkat menjadi sebesar 4.698.084 kg.

Hasil penilaian risiko akibat karakteristik ketidakpastian pada persentil 50 persen menunjukkan, bahwa kinerja PKS Unit Adolina dari sisi kadar ALB bulan Mei 2011 menyentuh tingkat ALB sebesar 3,83 persen dan pada September 2011 menurun menjadi 3,79 persen. Penurunan pada kadar ALB mengindikasikan bahwa kualitas CPO yang diproduksi jauh lebih baik daripada periode sebelumnya. Dinamika kadar ALB pada persentil 25 persen periode Mei 2011 sebesar 3,62 persen dan pada September 2011 meningkat performanya menjadi 3,55 persen. Dinamika kadar ALB pada persentil 75 persen periode Mei 2011 sebesar 3,99 persen dan periode September 2011 menurun menjadi 3,97 persen.

### 4.2. Saran

Agar model dinamik lebih kompleks, mendetail dan lebih merepresentasikan perilaku dinamik secara sempurna di dunia nyata, maka perlu diintegrasikan sistem antrian

---

(*queueing* system) dalam sub-model transportasi serta disertai dengan penambahan sub-model finansial, dimana aspek biaya produksi, biaya kehilangan dan keuntungan pabrik termasuk didalamnya.

Model penilaian risiko mutu PKS Unit Adolina (CPOdyn) terbatas hanya untuk skenario perubahan nilai parameter dengan fungsi konstan. Penambahan pilihan fungsi lain dapat menambah kemampuan dinamik CPOdyn.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commissions of United States (COSO). 2004. *Enterprise Risk Management – Integrated Framework : Executive Summary*.
- Djohar, S., H. Tanjung dan E.R. Cahyadi. 2003. *Building A Competitive Advantage on CPO Through Supply Chain Management : A Case Study in PT. Eka Dura Indonesia, Astra Agrolestari, Riau. Jurnal Manajemen & Agribisnis* 1(1):20-32.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia.2010. *Kelapa Sawit (Minyak Sawit)*. . [diakses tanggal 13 Januari 2011].
- Forrester, J.W. 1961. *Industrial Dynamics*. MIT Press. Cambridge
- Hadiguna, R.A. dan Machfud. 2008. Model Perancangan Produksi pada Rantai Pasok *Crude Palm Oil* dengan Mempertimbangkan Preferensi Pengambilan Keputusan. *Jurnal Teknik Industri* 10(1): 38-49.
- Kandiah S, Halim RM, Basiron Y, Rahman ZA, Ngan MA. 2002. *Continuous Sterilization of Fresh Fruit Bunches. MPOB Information Series* 148.
- Muhammadi, E. Aminullah dan B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen. UMJ Press. Jakarta.
- Rohmatulloh. 2007. Pengembangan Penilaian Kinerja Pabrik Gula dengan Pendekatan Sistem Dinamik (Studi Kasus PG Subang Jawa Barat). Tesis. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sterman, J.D. 2000. *Business Dynamics : System Thinking And Modelling For Complex World*. Irwin McGraw Hill. Boston.
- Suharjito, Machfud, B. Haryanto dan Sukardi. 2011. Optimalisasi Penentuan Jadwal Tanam Jagung dengan Menggunakan Integrasi Model Evaluasi Risiko Rantai Pasok. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 20(1) : 48-56.
- Schlesinger, S. 1979. *Terminology for Model Credibility. Journal of Simulation* 32(3) : 103-104.

#### BIODATA PENULIS :

**Marimin** dilahirkan di Sukoharjo, Jawa Tengah, September 1961. Menamatkan pendidikan S1 jurusan Teknologi Industri Pertanian IPB tahun 1984, S2 bidang ilmu komputer di University of Western Ontario, S3 bidang Intelligence System/Fuzzy Decision Analysis pada tahun 1994 di Osaka University, Jepang, dan diangkat sebagai guru besar tetap di bidang Teknik Kesisteman (System Engineering) di Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2003. Saat ini beliau mengajar pada program sarjana dan pascasarjana di Departemen teknologi Industri Pertanian dan beberapa Program Studi lain di IPB serta di beberapa universitas ternama di Jakarta. Mata ajaran yang diasuh beliau antara lain adalah Analisis Sistem dan Pengambilan Keputusan, Sistem Pakar, Sistem Intelijen, Sistem Informasi Manajemen, Sistem Pemodelan, Manajemen Rantai Pasok, Manajemen Produksi dan Operasi. Manajemen Kuantitatif Bisnis Lanjut dan Decision Analysis.

**Muhammad Nanda Rahadiansyah** dilahirkan di Medan pada Oktober 1990. Menamatkan S1 pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2011. Beliau menekuni kajian pada bidang Sistem Manajemen Agroindustri dan Pemodelan Sistem Dinamik.