PENGEMBANGAN *VISUAL INTERACTIVE SIMULATION* DALAM SISTEM PENUNJANG KEPUTUSAN DENGAN PENDEKATAN AGEN (Studi Kasus Investasi pada Industri Biodisel Kelapa Sawit)

Prihasuti Harsani[1)], Sri Nurdiati[2)], Wisnu Ananta Kusuma[2)]
[1)]Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA Universitas Pakuan Bogor
[2)]Departemen Ilmu Komputer, FMIPA Insitut Pertanian Bogor
Po Box 452 Jl.Pakuan, Ciheuluet Bogor 16143
e-mail: [1]utik_harsani@yahoo.com
[2]nurdiati@ipb.ac.id, [2]ananta_samudra@yahoo.com

Abstrak
Sistem Penunjang Keputusan dengan simulasi dapat menjadi efektif dengan pemanfaatan Visual Interactive Simulation (VIS). Melalui VIS pengambil keputusan mengontrol sepenuhnya jalannya simulasi dengan penentuan skenario dan modifikasi parameter simulasinya. Pembangunan sistem dengan VIS dilakukan dengan metodologi gaia untuk memodelkan sistem agen. Melalui gaia, dihasilkan lima model utama sebagai dasar pembentukan arsitektur sistem, yaitu model interaksi, model role, model service, model acquitance dan model agen. Pendefinisian arsitktur sistem yang lebih konkret dilakukan melalui Agent Unified Modelling Languagae (AUML)

Keyword *:visual interactive simultion, Sistem Penunjang Keputusan,agent-based,*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sistem Penunjang Keputusan (SPK) dalam dunia industri semakin dibutuhkan mengingat kompleksitas lingkungan yang terlibat di sekitarnya. Keputusan investasi dipengaruhi oleh faktor yang kompleks dan dapat berubah baik besaran maupun nilai menurut waktu dan kondisi yang terjadi.

SPK yang telah dibangun dapat dikembangkan dengan meningkatkan utilisasi kaitan antar model sehingga pengambil keputusan mampu menarik kesimpulan kelayakan investasi Selain itu pengambil keputusan juga mampu memberikan perencanaan investasi melalui pengaturan skenario dan modifikasi struktur model dengan mengatur parameter, variabel serta atributnya. Bentuk pengembangan yang dapat dilakukan adalah simulasi proses pengambilan keputusan melalui modifikasi parameter secara interaktif dan visualisasi simulasi secara *on-line* yang kesemuanya tercakup dalam *Visual Interactive Simulation* (VIS).

VIS yang sudah dikembangkan mulai tahun 1970-an merupakan integrasi alat visualisasi data dan teknik pengarahan model secara interaktif. Lingkungan simulasi dibangun dengan aplikasi teknik komputer grafik dalam antar mukanya baik untuk presentasi hasil simulasi maupun selama eksperimen simulasi. Parameter dan variabel model dapat dimodifikasi selama ekperimen dan efek setiap perubahan langsung dapat diamati pada hasil simulasi. Menurut Chau (1996), penerapan VIS dalam SPK membuat proses pemecahan masalah atau pengambilan keputusan menjadi lebih efektif bila dibandingkan dengan SPK tanpa VIS. Selain itu, SPK dengan VIS tidak hanya mampu menyimpan sejumlah data yang relevan dengan keputusan yang akan diambil akan tetapi juga mampu membantu pengambil keputusan untuk mengeksplorasi data (Ossowski, 2006).

Dalam implementasi komputer, pengembangan VIS dalam SPK untuk kasus SPK yang telah dibangun oleh Mariana (2005) tidak dapat mengambil modul ataupun *routines* dalam komponen simulasinya.Untuk itulah, dalam membuka peluang pengembangan selanjutnya, pengembangan VIS dalam SPK dibangun menggunakan pendekatan agen yang merupakan turunan pendekatan objek yang telah dikenal dalam rekayasa perangkat lunak.

Penggunaan pendekatan agen dalam penelitian ini juga terkait dengan karakteristik SPK investasi biodisel yang telah dikembangkan sebelumnya. Dalam model investasi biodisel terdapat lima sub model yang saling terkait untuk penilaian kelayakan investasi. Di sisi lain, masing-masing sub model juga memiliki tujuan tersendiri yang terkadang saling konflik. Hal ini merupakan ciri permasalahan yang dapat dimodelkan dengan pendekatan agen. Pendekatan agen mampu memodelkan sistem kompleks yang terdiri atas beberapa organisasi atau entitas dengan tujuan dan mekanisme kelompok yang berbeda untuk mendapatkan satu tujuan (Wooldridge, 2000).

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan pendekatan agen dalam pembangunan simulasi investasi, yaitu yang dilakukan oleh Carlsson (1999) dan Wohltorf (2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan agen sesuai untuk diterapkan pada kasus yang melibatkan banyak aspek dengan perspektif yang berbeda untuk mencapai satu tujuan tertentu.

Tujuan

1. Merumuskan parameter-parameter, entitas dan agen yang terlibat untuk pengembangan *Visual Interactive Simulation* pada SPK investasi biodisel.
2. Menghasilkan prototipe SPK yang menerapkan *Visual Interactive Simulation* dengan pendekatan agen pada industri biodisel kelapa sawit

Manfaat

1. Menyediakan aplikasi simulasi interaktif dan ramah pengguna berbasis komputer sebagai penunjang keputusan untuk mendapatkan solusi yang *feasible* dalam perencanaan investasi biodisel.
2. Memperbaiki kinerja SPK yang dibangun oleh Anna Mariana (2005) dengan menerapkan *Visual Interactive Simulation* menggunakan pendekatan agen..

2. TINJAUAN PUSTAKA

Model dan Simulasi

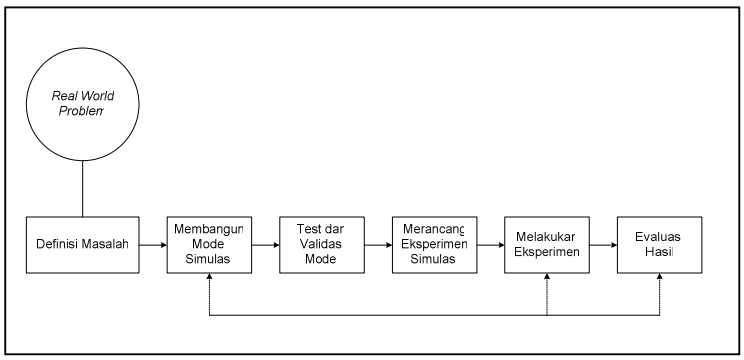
Simulasi berbasis komputer adalah sebuah teknik untuk melakukan eksperimen pada model (misalnya analisis jika-maka) dengan komputer.

Karakteristik utama simulasi adalah :

1. Keterlibatan nilai tertentu dari variabel keputusan dan variabel yang tidak dapat dikontrol pada model. Pengaruh variabel tersebut selanjutnya dapat dilihat pada variabel hasil.
2. Simulasi merupakan model diskriptif sehingga tidak ada pencarian solusi optimal secara otomatis. Simulasi akan menggambarkan dan memprediksikan karakteristik sistem dengan kondisi yang berbeda. Simulasi akan melakukan eksperimen secara berulang hingga diperoleh efek keseluruhan dengan kondisi yang berbeda.
3. Simulasi dilakukan apabila sistem mempunyai kompleksitas cukup tinggi. Istilah kompleksitas dapat diartikan sebagai tingkat resiko atau ketidakjelasan.

Tahap-tahap pembangunan simulasi

Secara skematis tahap pembangunan simulasi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 2 Tahap pembangunan simulasi (Turban, 2005)

Visual Interactive Simulation

Visual Interactive Simulation (VIS) merupakan salah satu tipe Visual Interactive Modelling (VIM) dinamis yang baik. Dengan VIS, *end user* dapat melihat kemajuan model simulasi dalam bentuk animasi melalui piranti tampilan. Filosofi dasar VIS adalah pembuat keputusan dapat berinteraksi dengan model yang disimulasikan dan melihat hasilnya. *User* dapat mencoba secara *on-line* strategi keputusan yang berbeda. Melalui VIS *user* dapat melakukan pembelajaran lebih lanjut mengenai sistem, baik tentang masalah yang berkaitan dengan parameter model maupun akibat dari alternatif yang diambil. Pembuat keputusan juga dapat terlibat dalam validasi model dan dapat dengan terus berinteraksi dengan model tersebut untuk mengeksplorasi strategi alternatif.

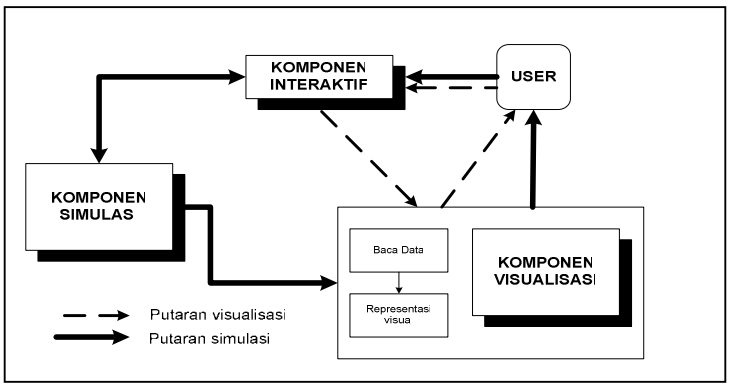
Parameter model dan variabel dapat dimodifikasi selama eksperimen sehingga akan terlihat hasil antara dalam proses simulasi. Berdasarkan tingkat interaksi antara *user* dan model selama eksperimen, Marshal (1990) mendefinisikan tiga kelas interaksi yaitu *: post-processing*, *tracking* dan *steering.* Arsitektur VIS berada pada kelas *steering.*

Tujuan utama arsitektur VIS adalah menyediakan *tool* untuk pengertian lebih baik akan pola tingkah sistem melalui simulasi. Adapun karakteristik VIS adalah (1) *user* berinteraksi dengan representasi grafis model; (2) *user* berinteraksi dengan eksperimen baik untuk *tracking* maupun *steering*.

Seperti yang dikemukakan oleh Zhao (2004) sistem simulasi interaktif (*Interactive Simulation System*/ISS) minimum terdiri atas tiga modul utama yaitu: simulasi, visualisasi dan interaktif. Modul simulasi akan menghitung dan mennransfer data ke komponen visualisasi dan interaktif. Melalui modul interaktif *user* dapat memanipulasi parameter simulasi. Gambar 3 menunjukkan konfigurasi dasar IIS.

Modul lain yang merupakan komponen IIS adalah komponen interaksi. Komponen ini menyediakan antar muka bagi *user* untuk memanipulasi *setting* simulasi dan kondisinya, serta memastikan bahwa modifikasi tersebut berpengaruh pada hasil simulasi. Keterikatan antara interaksi *user* dan hasil representasi data dalam ikatan yang kuat antara *user interface* dan modul visualisasi adalah secara khusus benar ketika manipulasi keadaan simulasi hanya dapat dilakukan melalui objek yang divisualisasikan.

Antar muka seharusnya menyediakan kontribusi yang signifikan bagi *user* untuk melakukan modifikasi. Terlepas dari konsep interaksi manusia komputer, modul atau komponen interaksi juga dapat mengatur aktifitas modul lainnya.

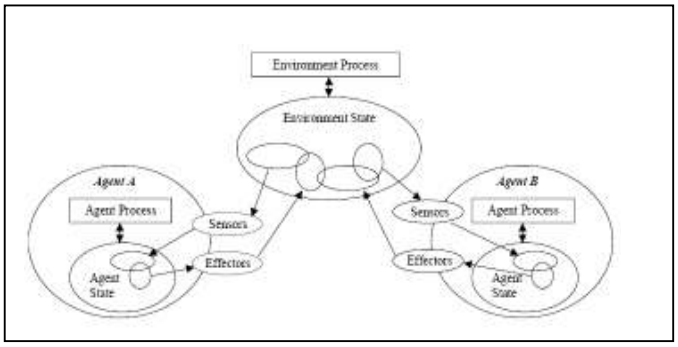


Gambar 3 Konfigurasi dasar *interactive simulation system* (Zhao, 2004)

Agent-Based Software Engineering

Agen pintar (*intelligent agents*) dan sistem berbasiskan agen telah banyak dikenal dalam penelitian bidang kecerdasan buatan. Dewasa ini, kedua hal tersebut semakin banyak dikenal dan meluas aplikasinya ke dalam pengembangan rekayasa perangkat lunak. Melalui agen, pengembang dapat lebih mudah memodelkan, mendesain dan membangun sistem (Nowostawski, 1999). Rekayasa perangkat lunak tradisional dapat menangani data dan informasi. Data didefinisikan sebagai urutan simbol yang dikuantifikasikan atau dapat dikuantifikasikan. Di lain pihak, informasi adalah data yang mempunyai pola arti tertentu. *Knowledge* adalah kemampuan menggunakan informasi. Kemampuan menggunakan informasi adalah bagian yang tidak dapat dilepaskan dari paradigma *multiagent system*. Agen yang berfungsi untuk berinteraksi dan bekerja secara proaktif harus mampu memanfaatkan informasi dalam area permasalahannya. Jennings (2000) mengartikan agen sebagai sistem komputer terenkapsulasi yang disituasikan dalam beberapa lingkungan serta dapat beradaptasi dan berotonomi dalam lingkungan tersebut untuk mencapai tujuan perancangannya.

Melalui agen entitas, pemecahan masalah dapat dengan jelas diidentifikasi dengan batas dan *interface* yang terdefinisi baik (*well defined*). Agen didesain untuk memenuhi kegunaan tertentu, dengan tujuan khusus. Selain itu agen dapat disituasikan dalam lingkungan tertentu. Untuk itu, agen akan menerima input yang berhubungan dengan keadaan lingkungannya melalui sensor dan beraksi dalam lingkungannya melalui efektor. Agen dikatakan otonomi dikarenakan agen tersebut mempunyai kendali baik melalui keadaan internalnya atau melalui aktifitasnya. Agen juga mempunyai fleksibilitas yang baik untuk penyelesaian masalah. Agen mampu bersifat reaktif untuk merespon perubahan yang terjadi dalam lingkungannya dan beraksi sebagai langkah antisipasi untuk mencapai tujuannya. Dalam satu komunitas, agen-agen dapat saling berinteraksi, berkoordinasi dan bernegoisasi satu sama lain dalam menjalankan pekerjaannnya. Hal ini disebut sebagai *multi agent system*. Parunak (1998) menggambarkan bagaimana agen-agen saling berkomunikasi dan membagi dalam satu lingkungannya, seperti yang dideskripsikan pada Gambar 4



Gambar 4 Sistem multi agen (Parunak, 1998)

Agen-based Human Computer Interaction

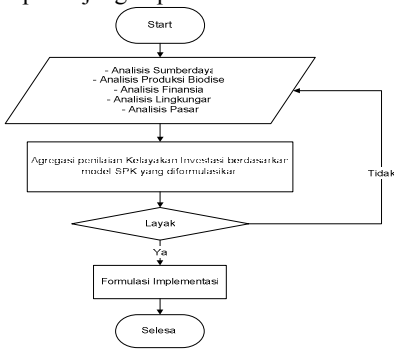
Menurut Krauth (2007), sistem yang dibangun dengan pendekatan agen dapat meningkatkan interaksi manusia dan komputer. Hal ini merupakan aspek penting mengingat proses pengambilan keputusan sebagai kombinasi antara pembuat keputusan dan SPK berbasis model yang masing-masing bekerja individu. SPK dapat memproses sejumlah informasi dalam jumlah besar. Di lain pihak, pembuat keputusan dapat beradaptasi lebih baik apabila menghadapai keadaan di luar kendalinya. Dengan mengetahui polah tingkah *user*, agen dapat mendapatkan informasi mengenai *context-sensitive* sehingga memperbolehkan komputer tidak hanya mampu sebagai penghitung handal, akan tetapi sebagai asisten pembuat keputusan. Berdasarkan hal tersebut di atas, agen dapat melakukan dan memberikan hasil negoisasi, pencarian dan perhitungan dalam cara yang proaktif. Hal ini terbukti mampu mengurangi usaha kognitif yang harus dikeluarkan oleh *user*. Pembebanan tugas antara komputer dan manusia dapat diubah untuk memaksimumkan kinerja pengambilan keputusan. Jika pada awalnya *user* melakukan tugas-tugas rutin dan komputer melakukan perhitungan yang sulit, maka dengan teknologi agen, tugas rutin dapat dilakukan komputer dan *user* terlibat dalam situasi yang tidak rutin. Melalui agen, pembagian tugas dilakukan dengan mengkombinasikan kekuatan yang ada pada manusia dan komputer dalam pengambilan keputusan.

Sistem Penunjang Keputusan Investasi Industri Biodisel Kelapa Sawit

Sistem penunjang keputusan kelayakan investasi industri biodisel (BDS) kelapa sawit merupakan aplikasi yang telah dibangun pada tahun 2005 oleh Anna Mariana. Secara garis besar sistem ini terdiri atas lima sub model yang merupakan faktor yang berpengaruh dalam investasi industri tersebut. Lima submodel tersebut adalah :

1. Submodel sumberdaya untuk menilai poyeksi ketersediaan bahan baku *Crude Palm Oil* yang akan dijadikan biodisel (CPO).
2. Submodel teknis produksi untuk meniai ketersediaan teknologi dan persyaratan yang diperlukan dalam mengolah bahan baku CPO menjadi biodisel.
3. Submodel pasar untuk menilai potensi pasar biodisel di dalam dan luar negeri
4. Submodel analisis finansial untuk menilai kelayakan finansial dari sisi pengeluaran, penerimaan dan biaya investasinya
5. Submodel lingkungan untuk menilai perbedaan dampak penggunaan biodisel dan solar terhadap lingkungan.

Secara garis besar diagram alir sistem penunjang keputusan investasi tertuang pada Gambar 5.



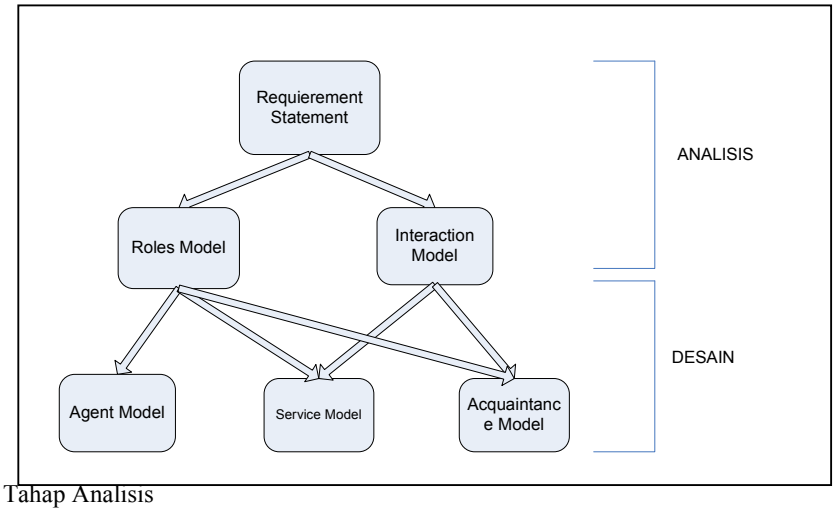
Gambar 5. Diagram Alir Sistem

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap pengembangan dengan pendekatan agen

Metodologi agen yang digunakan untuk pengembangan VIS dalam SPK merupakan tahapan-tahapan yang kesemuanya dilakukan pada tahap desain. Tahapan-tahapan proses dari metodologi *Agent-based Software Engineering* (ASE) terdiri atas enam langkah aktivitas yang dikelompokkan dalam dua fase, yaitu tahap analisis dan design. Dalam dua tahapan ini terdapat bebeapa model yang harus dibentuk untuk menjadikan sistem berbasis agen. Model tersebut adalah *roles model, interaction model, agnet model, service model dan acquaitance model*. Hubungan antar model dan keberadaanya dalam tahapan pembangunan sistem dapat dilihat pada Gambar 11.

Abstraksi data dilakukan dengan teknik Taming Agent and Object (TAO) (Silva, 2003). TAO merupakan teknik untuk mengidentifikasikan elemen dalam sistem. Hal yang perlu diperhatikan adalah dalam sebuah sistem kompleks entiti yang dapat terlibat adalah agent, objek, lingkungan dan organisasi.



- Tahap Analisis

1. Mengidentifikasikan roles dalam sistem. Roles dalam sistem akan berhubungan dengan :
   - indivudual
   - department dalam organisasi
   - organisasi
2. Untukm tiap role identifikasikan dan dokumentasikan protocol yang berkaitan. Protokol adalah pola interaksi yang terjadi dalam sistem di antara role
3. Melalui protokol, roles diperbaiki untuk mendapatkan roles yang lengkap dan benar.

-Tahap Design

Tahap design dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pembuatan model agen. Role yang telh diperoleh pada tahap desain diagregasi untuk kemudian diperoleh tipe agen dan hirarkinya dalam sistem
2. Pembangunan *service model* derngan mengevaluasi protokol, *safeety properties* dan *liveness properties*
3. Pembangunan *acquaitance model* dari model interaksi dan model agen.

- ***Requirement Analysis***

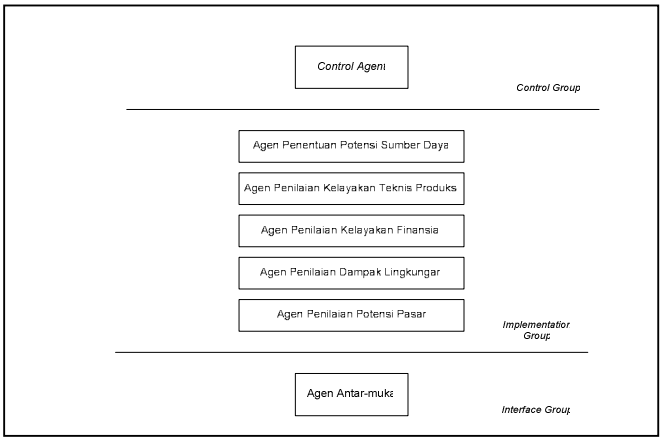
Sistem simulasi interaktif yang akan dikembangkan harus dapat memberikan fasilitas kepada *user* dalam hal ini pembuat keputusan untuk pemantauan simulasi investasi biodisel kelapa sawit. Adapun analisis tujuan kebutuhan, sebagai berikut :

a. Memberikan alternatif keputusan perencanaan investasi pada industri biodisel kelapa sawit dengan skenario tertentu.
b. Pemantauan dan kendali terhadap proses simulasi dengan terlebih dahulu menentukan parameter-parameter utama yang mempengaruhi perencanaan industri biodisel.
c. Membangun *user interface* yang interaktif dan komunikatif antar *user* dan komputer dalam hal pemantauan proses simulasi.
d. Membangun komunikasi antar input *user*, data, model dan proses simulasi.

- ***Desain goals dan Functional Spesification***

Pendekatan agen dalam pengembangan *visual interactive simulation* ini terdiri dari tiga kelompok tujuan, yaitu *interface group* (kelompok antar muka), *implementation group* (kelompok implementasi) dan *environment/control* group (kelompok lingkungan / kontrol).

Kelompok implementasi terdiri atas beberapa agen yang memiliki tanggung jawab yang berbeda, yaitu : agen penentuan potensi sumber daya, agen penilai ketersediaan produksi, agen penilai potensi pasar, agen penilai kelayakan finansial dan agen penilai dampak lingkungan. Kelompok lingkungan terdiri atas agen yang mengatur jalannya simulasi apabila terjadi konflik antar agen. Adapun kelompok antar muka terdiri atas agen yang akan menjaga hubungan agen dengan *user* (pengambil keputusan) dan antar bagian dalam kelompok implementasi. Arsitektur sistem yang akan dibangun ditampilkan pada Gambar 12.



Gambar 7. Arsitektur SPK Investasi yang akan dikembangkan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan dengan metodologi Gaia dengan alasan kesederhanaan dan ketidaktergantungan metodologi terebut (Wooldridge, 2000). Gaia memandang sebuah sistem sebagai organisasi atau masyarakat agen. Melalui gaia, struktur agen tunggal dan organisasi agen dapat dimodelkan.

Terdapat dua tahapan utama dalam pengembangan sistem, yaitu tahap analisis dan tahap design. Dalam tahapan analisis, model role dan interaksi dibangun. Kedua model ini menggambarkan sistem sebagai sekumpulan interaksi role secara abstrak. Hasil kedua model ini dijadikan input untuk tahap berikutnya yaitu tahap desain.

Dalam tahap desain, terdapat tiga model yang dibangun, yaitu model agen, model service dan model acquaitance. Kedua tahapan yang merupakan tahapan dalam Gaia menghasilkan model yang abstrak. Untuk membangun sebuah model yang lebih konkret digunakan tool yang mengadopsi sistem berorientasi objek, yaitu Agent Unified Modeling Languange (AUML). Komunikasi antar agen melalui protokol dan kolaborasi tiap role dalam komunikasi dapat direpresentasikan melalui AUML (Zambonelli, 2003).

Sebagi tahapan akhir pengembangan sistem adalah implementasi yang tidak di jabarkan dalam Gaia. Menurut (Arenas, 2003) tahapan implementasi untuk sistem multi agen dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu : tahap pendefinsian arsitektur sistem dan pembangunan antar muka pengguna.

Tahap Analisis

Dalam tahap ini terdapat dua model yang akan dibentuk, yaitu model role dan model interaksi. Pembentukan kedua model dilakukan melalui tahapan berikut ini :

1. Identifikasi role

   Dalam tahapan ini semua role yang terlibat diidentifikasi untuk mendapatkan model role. Dalam Sistem Penunjang Keputusan Investasi Biodisel, terdapat 5 bagian yang merupakan pencerminan 5(lima) sub model, yaitu Sumberdaya, Pasar, Lingkungan, Teknis Produksi dan Finansial. Selain itu, terdapat bagian tambahan yaitu Ketersediaan Sumber daya dan Total Invesasti. Dalam tiap-tiap bagian pembetuk SPK kemudian ditentukan anggota bagian yang kemudian dipetakan ke dalam satu role.

   Tabel 1 menunjukkan daftar role yang terlibat dalam tiap bagian berserta deskripsinya masing-masing.

Tabel 1 Daftar Role dalam Sistem Penunjang Keputusan Industri Biodisel

Bagian	Nomor Role	Role	Deskripsi Informal
Sumberdaya	1.1	Penentu Perkebunan Rakyat	Menentukan jumlah CPO yang dihasilkan dari perkebunan rakyat
	1.2	Penentu Perkebunan Swasta	Menentukan jumlah CPO yang dihasilkan dari perkebunan swasta
	1.3	Penentu Perkebunan Negara	Menentukan jumlah CPO yang dihasilkan dari perkebunan negara
	1.4	Penentu CPO Nasional	Menghasilkan jumlah CPO yang dihasilkan dari nasional (Perkebunan Rakyat+Perkebunan Swasta+Perkebunan Negara)
	1.5	Penentu CPO Ekspor	Menentukan nilai CPO untuk kebutuhan ekspor
	1.6	Penentu Demand dalam Negeri	Menentukan kebutuhan CPO dalam negeri yaitu produk minyak goreng dan oleokimia
	1.7	Penentu CPO Sisa	Menentuan jumlah CPO yang dapat dimanfaatkan untuk biodisel
Pasar	2.1	Penentu ekspor-impor	Menentukan proyeksi ekspor dan impor minyak bumi
	2.2	Pembanding ekspor-impor	Membandingkan proyeki ekspor dan impor
	2.3	Penentu produksi-konsumsi	Menentukan proyeksi produksi dan konsumsi
	2.4	Pembanding produksi-konsumsi	Membandingkan proyeksi produksi dan konsumsi
	2.5	Penentu Pasar Biodisel	Menentukan pasar biodisel dengan mengalikan persen solar yang akan digantikan oleh biodisel dengan konsumsi BBM Solar
	2.6	Penentu Kebutuhan CPO untuk subsitusi BBM Solar	Menentukan CPO yang dibutuhkan untuk mensubsitusi BBM Solar.
	2.7	Penentu Ketersediaan CPO untuk diolah	Melakukan perbandingan untuk melihat ketersediaan CPO dijadikan Biodisel dengan kebutuhan CPO untuk subsitusi solar (hasil >= 0)
Teknis Produksi	3.1	Penentu kebutuhan bahan dan energi	Menentukan kebutuhan bahan dan energi untuk dijadikan dasar bagi biaya yang dibutuhkan dalam membangun pabrik biodisel.
Biaya Produksi	4.1	Penentu Biaya Tetap	Menentukan komponen dan nilai biaya tetap ynag dibutuhkan untuk memproduksi biodisel. (Komponennya: biaya CPO, Metanol,H_3PO_4, KOH, Katalis, Air dan Biaya BBM)
	4.2	Penentu Total Investas	Menentukan nilai total investasi (bahan dan energi untuk memenuhi kapasitas produksi)
	4.3	Penentu Biaya Variabel	Menentukan komponen dan nilai biaya tidak tetap yang dibutuhkan untuk memproduksi biodisel. (Komponennya : biaya penyusutan industri, pememiharaan, asuransi, pemasaran, gaji, bunga)
	4.4	Penentu Penjualan BDS	Menentukan niai penjualan biodisel (interaksi dengan Role : Penentu Produksi Biodisel)
Analisis Finansial	4.5	Penentu Produksi Biodisel	Menentukan jumlah produksi biodisel dengan mengalikan kapasitas terpasaang dengan persentasenya.
	4.6	Penghitung Biaya Produksi	Menentukan biaya produksi total dengan mengalikan biaya tetap dengan biaya variabel
	4.7	Penentu Laba Rugi	Menentukan laba dan rugi dari produksi biodisel.
	4.8	Penentu Penerimaan Dana	Menentukan nilai penerimaan dana produksi biodisel (interaksi dengan Role Penjualan BDS)
	4.9	Penentu Pengeluaran Dana	Menentukan nilai pengeluaran dana produksi bodisel (interaksi dengan Role Total Investasi, Agen Biaya Produksi)
	4.10	Penentu Aliran Dana	Menentukan aliran dana untuk poduksi biodisel dengan mendapatkan nilai saldo kas awal

			(penerimaan dana – pengeluaran dana) dan saldo kas akhir (saldo kas awal tahun sebelumnya ditambah dengan penerimaan dana dan dikurangi pengeluaran dana)
	4.11	Role Penentu Neraca	Menentukan neraca keuangan dari produksi biodisel dengan menentukan apakah total aktiva sama dengan total pasiva
	4.12	Penentu Kelayakan Finanasial	Menentukan nilai kelayakan ekonomis pendirian industri biodisel dengan menentukan nilai NPV, IRR, BC, PI, PBP
	4.13	Penentu Kinerja Keuangan	Menentukan kinerja keungan untuk indusri biodisel dengan menentukan rantabilitas, likuiditas, solavabilitias, Rasio overage, Rasio Aktivitas.
Lingkungan	5.1	Penentu emisi Biodisel	Menentukan nilai pengurangan emisi untuk penggunaan biodisel

2. Membentuk model interaksi
   Langkah kedua dalam tahap analisis adalah membentuk model interaksi, yaitu dengan mengidentifikasi dan mendokumentasikan protokol yang berhubungan dengan tiap role. Protokol dapat terdiri atas atribut berikuti ini :
   - *Purposes*
     Deskripsi dasar interaksi
   - *Initiator*
     Role-role yang bertanggung jawab untuk memulai interaksi
   - *Responder*
     Role-role yang berinteraksi dengan intiator
   - *Inputs*
     Informasi yang digunakan oleh initiator selama eksekusi protokol
   - *Processing*
     Deskripsi tekstual tiap proses yang dilakukan oleh initiator selama interaksi.

Protokol adalah komunikasi atau interaksi antar berbagai role dalam agen. Dalam SPK Investasi Biodisel dapat diidentifikasi protokol yang berhubungan dalam tiap role. Protokol ini diberlakukan untuk interaksi antar role dalam agen yang sama mapun agen yang berbeda.

Protokol-protokol dalam bagian sistem

1. Sumber daya

Untuk bagian sumberdaya, role Penentu CPO Nasional terdiri atas protokol baca. Protokol ini melibatkan beberapa role, yaitu Penentu CPO Nasional, Penentu CPO Rakyat, Penentu CPO Negara dan Penentu CPO Swasta.

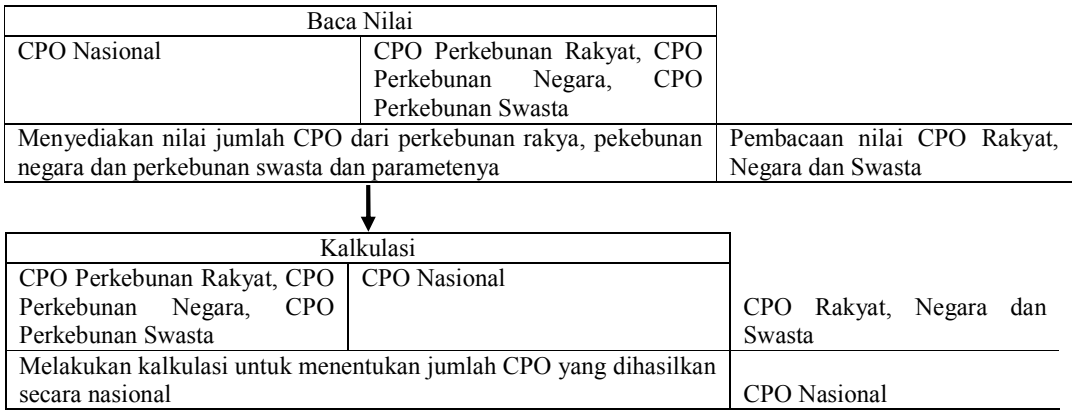
Melalui pejabaran atribut yang dijabarkan pada Tabel 2 komunikasi antar role dapat pula digambarkan melalui diagram model role.

Tabel 2 Atribut dalam protokol baca dan jumlah dala role CPO Nasional

Protokol	Purposes	Initiator	Responder	Inputs	Output	Processing
Baca	Permintaan nilai paramter untuk menentukan CPO Nasional	CPO Nasional	CPO Rakyat, Negara dan Swasta		Nilai CPO untuk Pekebunana Rakyat, Negara dan Swasta	Menyediakan nilai CPO rakyat, negara dan swasta serta parameternya.
Kalkulasi	Penyediaan parameter untuk penentuan CPO Nasional	CPO Nasional	CPO Rakyat, Negara dan Swasta	CPO rakyat, Negara dan Swasta	Jumlah CPO yang dihasilkan secara nasional	Melakukan penjumlah dari nilai produksi CPO untuk 3 perkebuan

Pada Gambar 1 ditunjukkan komunikasi yang dilakukan antar dua role dalam agen yang sama, yaitu agen sumberdaya. Dua role yang terlibat adalah role Penentu CPO Nasional dan Role PenentuPerkebunan Rakyat, Penentu CPO Perkebunan swasta serta Role Penentu Perkebunan Negara.

Terdapat interaksi lain yang ada pada bagian sumberdaya yaitu komunikasi antara role Penentu CPO Nasional dan Penentu Kebutuhan Minyak Goreng dan Penentu Oleokimia. Interaksi antar protokol tersebut sampai diperolehnya nilai ketersediaan CPO untuk produk biodisel digambarkan pada Gambar 7



Gambar 8 Diagram model protokol Kalkulasi dalam role CPO Nasional

2. Membentuk model role

Model role dibentuk dari hasil elaborasi role yang telah diidentifikasikan pada tahap awal. Model yang dihasilkan dijabarkan dalam bentuk tekstual yang didalamnya terdapat atribut-atribut : *permission, responsibilities, protokol,* dan akttivitas. *Permission* menggambarkan sumberdaya yang dapat digunakan. *Responsibilities* adalah fungsi role yang dibentuk. Protokol dan aktivitas merupakan aksi yang dilakukan role. Perbedaan keduanya terletak pada interaksi yang dilakukan. Atribut terakhir yaitu protokol adalah aksi yang dilakukan dengan melakukan interakasi dengan role lain baik dalam satu agen maupun dalam agen yang lain.

Model role untuk bagian sumberdaya dapat digambarkan sebagai berikut :

Skema Role	Penentu CPO Nasional
Deskripsi	Role yang menentukan produksi CPO Nasional
Protokol dan Aktivitas	Membaca Produksi CPO Rakyat, Swasta dan Negara Kalkulasi produksi CPO Nasional
Permissions	**Membaca** **Disuplai oleh** PPS, PPN, PPR Produksi CPO tiap Perkebunan
Responsibilities Liveness : Safety :	 (Menentukan produksi CPO Nasional)ω t>0 Produksi Rakyat, Produksi Negara, Produksi Swasta >0

Gambar 9 Model role Penentu CPO Nasional

Dalam skema tesebut terlihat bahwa Role tersebut memiliki protokol mambaca produksi CPO dari ketiga perkebunan dan mengkalkulasi produksi CPO Nasional. Dalam role ini tidak terdapat aktivitas, dikarenakan kalkulasi dilakukan melalui pembacaan nilai produksi tiap perkebunan yang disuplai oleh role lain. Sebagai pembeda atribut protokol dan aktivitas adalah format penulisannya. Aktivitas akan disertai garis baris bawah dalam penulisannya. Atribut permission menyatakan bahwa dalam melakukan tugasnya role penentu CPO nasional dapat menggunakan fungsi membaca tetap tidak dapat melakukan perubahan. Untuk atribut responsibilitas dua jenis yang ada adalah liveness dan safety. Liveness menyatakan umur hidup role. Simbol ω menyatakan bahwa role akan terus dijalankan seterusnya selama terpenuhi kondisi pada safety, yaitu waktu (t) >0 dan Produksi kebun dari tiga sumber perkebunan yang nilainnya >0.

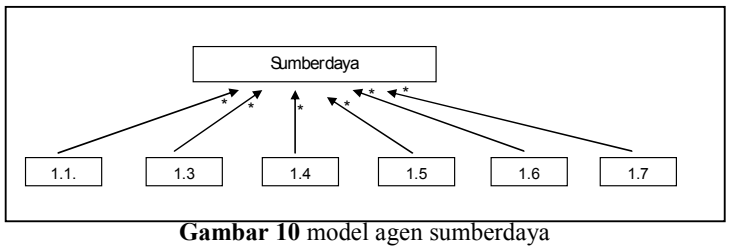
TAHAP DESIGN

Tujuan tahap design adalah mentransformasikan model yang didapatkan dalam tahapan analisis menjadi sebuah abstraksi yang dapat mengimplementasikan agen.

Proses pendesaian melibatkan 3 model, yaitu (1)Model Agen yang mengidentifikasikan tipe-tipe agen yang dapat membuat sistem dan instance agen yang diinstanscekan dari tipe-tipe agen.(2). Model service yang

mengidentifiasikan layanan penting yang diperlukan untuk melakukan role-role agen. (3) Model acquitance memodelkan jalur komunikasi antara agen yang berbeda.

1. Model Agen
   Dalam model agen semua tipe-tipe agen berbeda yang akan digunakan dalam sistem didokumentasikan. Pendokumentasian menggunakan diagram tree sederhana dengan node root adalah tipe agen dan node anak adalah role yang berhubungan dengan tiap agen tersebut. Dalam agen sumberdaya model agen dapat dbentuk seperti Gambar 9 berikut ini :



Gambar 10 model agen sumberdaya

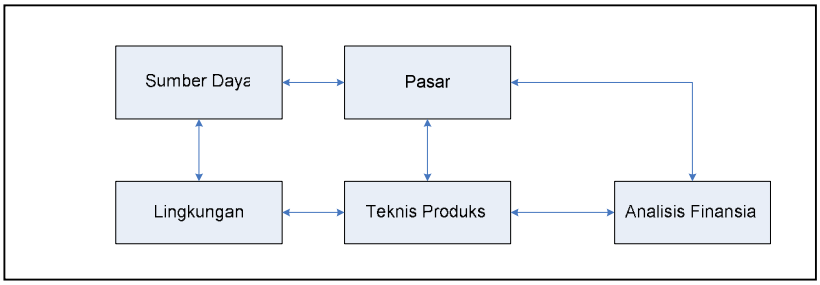
Pada model agen digunakan lambang * yang menyatakan anotasi bahwa terdapat 0 atau lebih instance dalam run time.

2. Model Service
   Model service menggambarkan model yang dihubungkan untuk tiap role agen dan menentukan karakteristika utama dari service tersebut.
   Service dalam tiap role berkaitan erat dengan protokol pada tiap role. Model ini akan memberikan informasi input dan output service kondisi awal dan konsisi akhir setelah service diberikan. Tabel 3 menunjukkan service yang terdapat dalam role Penentu CPO Nasional.

Tabel 3. Service yang terdapat dalam role Penentu CPO Nasional

Service	Input	Output	Kondisi Awal	Kondisi Akhir
Mulai Baca	Waktu	Nilai CPO untuk 3 perkebunan	Waktu >0, and Nilai CPO 3 perkebunan tersedia	Nilai CPO perkebunan <> null
Melakukan kalkulasi	Nilai CPO untuk 3 perkebunan	CPO Nasional	Nilai CPO 3 perkebunana<>0	Nilai CPO Nasional tersedia

3. Model *Acquaitance*
   Model *acquitance* menggambarkan komunikasi antar agen sehingga terbentuk SPK. Gambar 10 menunjukkan model *acquitance* secara lengkap.



Gambar 11. Model *acquitance* dalam SPK

Dalam Gambar terlihat bahwa komunikasi terjadi antara beberapa agen, diantaranya sumberdaya yang berkomunikasi dengan pasar melalui role penentu CPO Nasional. Agen Teknis produksi berkomunikasi dengan agen pasar untuk menentukan kapasitas produksi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Kelayakan investasi biodisel ditentukan dengan mendapatkan nilai kelayakan ekonomis dari agen analisis finansial, lingkungan dan ketersediaan sumberdaya untuk memenuhi pasar.

Agent Unified Modelling Language

Tiga model yang dihasilkan dalam tahapan design belum menggambarkan bentuk konkret untuk pengubahan dalam bentuk koding. Salah satu tools yang dapat dimanfaatkan adalah UML (Unified Modelling

Language). Dalam pendekatan agen, sebuah sistem yang dikembangkan dengan GAIA dapat menggunakan perluasan UML yang biasa digunakan dalam sistem berpendakatan objek. Perluasan tersebut diistilahkan dengan Agent Unified Modeling Languang (AUML).
Dalam AUML ditentukan *Agent Interaction Protocol* yang menggambarkan pola komunikasi pengiriman message antara agen dan batasan message tersebut. Dalam AIP,terdapat tiga lapisan yang dibagi menjadi 3 tingkat, yaitu :

1. Pola Komunikasi dalam protokol. Seperti halnya dalam pendekatan objek, dalam pendekatan agen terdapat *packages* yang merupakan agregasi dari beberapa protokol. Dalam aplikasi ini terdapat package yang menggambarkan komunikasi antar protokol dengan melibatkan role dalam agen.
2. Interaksi antar agen
3. Pemrosesan internal dalam tiap agen

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Visual Interactive Simulation merupakan simulasi dengan tipe interaksi steering. Dengan simulasi ini proses pengambilan keputusan menjadi lebih efektif karena user mampu mengontrol dan mengamati jalannya simulasi untuk kemudia melakukan pengaturan skenario simulasi yang sesuai dengan kondisi dan keputusan yang diharapkan.
Metodologi GAIA sebagai metode pengembangan sistem berbasis agen mampu menghasilkan model –model yang menggambarkan arsitektur sistem dan dokumentasi teknis untuk pengembangan sistem lebih lanjut.Model yang dihasilkan dalam metodologi ini adalah model role, model interaksi, model service, model acquitance dan model agen. Penjabaran sistem lebih konkret dapat memanfaatkan perluasan Unified modelling Language berbasis Agen yang disebut Agent Unified Modelling Language (AUML).

6. DAFTAR PUSTAKA

Carlsson C, Kokkonen O, Walden P. 1999. *On the Improvement of Strategic Investment Decisions and Active Decision Support System*. Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences

Chau PYK, Bell PC. 1995. *Designing Effectives Simulation-Based Decision Support Systems: An Empirical Assessment of Three Types of Decision Support Systems.* The Journal of the Operational Research Society, Vol.46,No.3

Jennings. 2000. *On-Agent Based Software Engineerin*g. Artificial Intelligence 117 (2000) 277–296.www.elsevier.com. Southhampton.

Krauth IE, Hillegersberg Jos van , Velde Steef L. van de. 2007. *Agent-based Human-Computer-Interaction for Real-time Monitoring Systems in the Trucking Industry*. Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences.

Mariana A. 2005. Rancang Bangun Sistem Penunjang Keputusan Investasi pada Industri Biodisel Kelapa Sawit Menggunakan Model Dinamik [disertasi]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

Masrhall R, Kempf J, Dyer S. 1990**.** *Visualization Methods and Simulation Steering for a 3D Turbulance Model of Lake Erie*. Computer Graphics. 24(2):89-97.

Nowostawski M, Bush G, Purvis M, Cranefield S. 2000. *Platforms for Agent-Oriented Software Engineering*. Seventh Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC'00).p 480

Ossowski S, et al**.** 2006. *Decision Support for Traffic Management Based on Organisational and Communicative Multiagent*. Journal of Transportation Research, Vol.13 No.3. New York

Parunak. 1998. *Practical and Industrial of Agent-Based System.* Industrial Technology Institute.

Silva, V.; Garcia, A.; Brandao, A.; Chavez, C.; Lucena, C.; Alencar, P. 2003. *Taming Agents and Objects in Software Engineerin.* In: Garcia, A.; Lucena, C.; Zamboneli, F.; Omicini, A; Castro, J. (Eds.), Software Engineering for Large-Scale Multi-Agent Systems, Springer-Verlag, LNCS 2603, pp. 1-26

Turban, E. 2005. *Decision Support Systems and Intelligent System*. Pearson Education. India.

Wagner PR, Sasso Freitas Carla Maria Dal, Wagner FR. 1996. *New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation*. Europan Simulation Symposium.

Wholtorf J, Albayrak S. 2003. *An Agent-Based Decision Support System for the Introduction of Next Generation Mobile Services*. Dai-Labor at the Technische Universitat Berlin. Germany

Wooldridge M, Jennings N R**.** 2000**.** The Gaia Methodology for Agent-Oriented Analysis and Design. Journal of Autonomous Agents and Multi-agent System, 3(3).p 285-313

Zhao Z**.** 2004. *An Agent Based Architecture for Constructing Interactive Simulation Systems* [dissertation]. Amstyerdam : Faculteit der Natuurwetenschappen, University of Amsterdam