MODEL SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA KEHILANGAN MINYAK SAWIT SELAMA PENGOLAHAN KELAPA SAWIT

Purboyo Guritno, Angga Jatmika, dan Diwan Prima Ariana

ABSTRAK

Tingkat kompetisi di dalam pasar yang dihadapi oleh minyak sawit Indonesia pada masa yang akan datang adalah makin ketat sehingga diperlukan minyak sawit mentah yang berdaya saing tinggi. Salah satu faktor yang mempengaruhi daya saing adalah efisiensi proses pengolahan kelapa sawit. Faktor utama yang mempengaruhi efisiensi ekstraksi minyak sawit mentah dalam proses pengolahan tandan buah segar kelapa sawit adalah besarnya tingkat kehilangan minyak (oil losses). Penelitian ini bertujuan membentuk model sistem pakar untuk membantu praktisi pengolahan kelapa sawit dalam mendiagnosis secara cepat dan tepat halhal yang menyebabkan kehilangan minyak minyak sawit dengan sistem berbasis pengetahuan. Model sistem pakar yang dihasilkan dari penelitian ini dinamakan EXSPalm1b. Model EXSPalm1b merupakan model sistem pakar yang dirancang untuk membantu proses analisis terhadap permasalahan yang timbul selama proses pengolahan kelapa sawit. Model EXSPalm1b berfungsi sebagai media konsultasi untuk faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kehilangan minyak, dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang disajikan. Keluaran model adalah kesimpulan (solusi) dan saran dari permasalahan yang sedang dihadapi. Setiap solusi dan saran yang dikeluarkan model dilengkapi dengan nilai tingkat kepastian.

Kata kunci : minyak sawit mentah, kehilangan minyak, efisiensi, sistem pakar, model

PENDAHULUAN

Dalam kurun waktu 30 tahun terakhir ini, umumnya pengembangan kelapa sawit ditujukan pada pengolahan buah kelapa sawit menjadi minyak sawit mentah (Crude Palm Oil, CPO). Produksi CPO yang dihasilkan sebagian besar diekspor untuk mengisi pasar internasional dan sisanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pada masa yang akan datang, sehubungan dengan kecenderungan perdagangan bebas diperkirakan pasar minyak nabati internasional semakin diwarnai oleh persaingan yang tajam. Perubahan ini perlu diantisipasi dengan komoditi minyak sawit Indonesia yang memiliki daya saing kuat. Peningkatan efisiensi melalui upaya memperkecil tingkat kehilangan minyak selama proses pengolahan kelapa sawit merupakan salah satu kunci untuk memenangkan persaingan.

Masalah yang banyak dihadapi oleh pabrik kelapa sawit di Indonesia adalah kehilangan minyak yang tinggi selama proses pengolahan yang secara langsung akan terkait dengan efisiensi. Besarnya kehilangan ini di samping ditentukan oleh mutu bahan baku juga oleh kondisi pengolahan di pabrik kelapa sawit. Apabila kondisi proses tidak optimum, kehilangan minyak akan menjadi besar. Saat ini, umumnya optimasi kondisi proses di pabrik kelapa sawit masih dilakukan secara manual, hanya sedikit pabrik kelapa sawit yang sudah menerapkan sistem pengendalian proses secara otomatis di stasiun perebusan. Sistem pengendalian manual memerlukan pengawasan terus menerus dari pakar pengolahan. Bila pakar tersebut dilengkapi dengan perangkat lunak (software) komputer tertentu yang dapat membantunya dalam mempercepat pengambilan keputusan maka dapat dicapai efisiensi proses yang tinggi. Perangkat lunak (software) komputer dimaksud adalah sistem pakar (expert system). Sistem pakar sering digunakan sebagai alat untuk mendiagnosis suatu sistem. Kualitas saran-saran yang diberikan oleh sistem pakar adalah setingkat dengan saran yang diberikan oleh seorang pakar (1, 2).

Struktur dasar sistem pakar terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: sistem berbasis pengetahuan, mekanisme inferensi, dan struktur penghubung antara pengguna dan sistem (4). Rauch-Hindin (5) menjelaskan bahwa karena didasarkan atas pengetahuan manusia maka sistem pakar tidak dapat melakukan tugas pemecahan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh manusia. Kekuatan sistem pakar hanya bersumber pada pengetahuan yang terkandung di dalamnya.

Keunggulan penggunaan suatu sistem pakar adalah faktor ketersediaan pengetahuan, konsistensi dan komprehensif. Seseorang membutuhkan waktu lebih kurang lima tahun untuk memiliki keahlian dalam suatu bidang tertentu, tetapi jika menggunakan sistem pakar, pengetahuan deklaratif dan pengetahuan prosedural dari seorang pakar akan selalu tersedia. Sistem pakar bersifat konsisten, artinya sepanjang pemrogramannya benar maka program akan berjalan secara konsisten dan benar. Sistem pakar bersifat komprehensif karena dapat menggabungkan keahlian dari beberapa orang pakar sehingga diperoleh konsensus masalah (3).

Penelitian ini bertujuan membentuk model sistem pakar untuk membantu praktisi pengolahan kelapa sawit dalam mendiagnosis faktor penyebab kehilangan minyak dengan sistem berbasis pengetahuan. Basis pengetahuan disusun dengan cara mempelajari faktor-faktor yang berpengaruh dan mekanisme alur pikir para pakar dalam proses pengolahan kelapa sawit.

METODOLOGI

Kerangka Pemikiran

Fenomena penurunan perolehan minyak sawit mentah yang mungkin timbul selama proses pengolahan kelapa sawit merupakan masalah yang cukup kompleks karena melibatkan berbagai unit proses. Faktor yang mempengaruhi jumlah CPO yang dihasilkan adalah kehilangan minyak selama proses pengolahan, yang meliputi kehilangan minyak dalam : air kondensat, serabut (ampas), tandan kosong, buah yang masih melekat dalam tandan kosong, biji, fat pit dan sludge. Faktor-faktor tersebut harus dianalisis dan dipertimbangkan secara cermat, sehingga keputusan yang diambil diharapkan konsisten dan dapat diandalkan. Berdasarkan pertimbangan ini maka diperlukan pendekatan sistem dan sistem yang dipilih harus dapat menganalisis seluruh informasi yang tersedia, sebagaimana layaknya seorang pakar, sehingga dapat diperoleh kondisi proses pengolahan yang optimal dan menghasilkan minyak sawit mentah dengan tingkat kehilangan minyak yang rendah.

Pengembangan Model

Perangkat keras yang dibutuhkan untuk pengembangan model adalah seperangkat komputer sekurang-kurangnya PC AT 486 MHz, dengan kapasitas memori sekurang-kurangnya sebesar 8 MB dan monitor jenis VGA. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam mengembangkan

model sistem pakar adalah Visual Basic for Windows versi 4.0, yang dikembangkan oleh Microsoft pada tahun 1987. Sistem pakar yang dikembangkan diberi nama EXSPalm1b (Expert System Model for Determination of Crude Palm Oil Losses in Milling Process).

Pengembangan model dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap pengembangan. Dalam tahap persiapan dilakukan identifikasi permasalahan, yang meliputi pemilihan masalah, identifikasi tujuan dan sumber pengetahuan (studi pustaka dan pakar). Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan data dan informasi dari berbagai sumber maupun pengamatan di lapang. Pemilihan pakar sangat penting untuk mendapatkan basis pengetahuan yang akurat. Pakar vang dipilih adalah praktisi yang terlibat langsung dalam proses pengolahan kelapa sawit.

Tahap pengembangan sistem pakar dilakukan melalui enam tahap, yaitu: konseptualisasi pengetahuan, akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan, pengembangan mekanisme inferensi, pemrograman komputer, implementasi dan evaluasi. Akuisisi pengetahuan dimulai dengan menyusun kerangka penyerapan pertanyaan-perpengetahuan berupa Pertanyaan-pertanyaan disusun tanvaan. berdasarkan hasil studi pustaka dan konsultasi pada batas masalah-masalah selama proses pengolahan kelapa sawit. akuisisi pengetahuan dari pakar dan dari studi pustaka disusun menjadi suatu struktur yang menggambarkan permasalahan. Untuk memudahkan pemahaman terhadap permasalahan yang dihadapi, maka struktur pengetahuan dapat dipilah-pilah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Selain itu, struktur pengetahuan yang disusun juga berfungsi sebagai umpan balik bagi pakar untuk memeriksa kebenaran, kelengkapan dan konsistensi pengetahuan, serta untuk mempertahankan antusiasme pakar dalam pengembangan model.

Representasi pengetahuan dilakukan setelah struktur pengetahuan yang lengkap terbentuk. Metode representasi pengetahuan yang akan digunakan disesuaikan dengan jenis pengetahuan yang akan disajikan, yakni apakah berbentuk pengetahuan deklaratif atau pengetahuan prosedural. Pemilihan metode representasi pengetahuan juga harus mempertimbangkan bentuk penyajian pengetahuan pada bahasa pemrograman sistem pakar yang digunakan.

Pengembangan mekanisme inferensi diawali dengan pemilihan strategi penalaran, strategi pengendalian, dan strategi pelacakan. Pengembangan mekanisme inferensi juga harus mempertimbangkan kesesuaian dengan bahasa pemrograman sistem pakar yang digunakan. Pemrograman komputer diawali dengan pembuatan basis pengetahuan yang telah disetujui oleh pakar kemudian dilanjutkan dengan penyusunan program inti berupa mekanisme inferensi yang dilengkapi dengan fasilitas penjelasan.

Implementasi program dilakukan dengan pengujian program kepada pengguna dan pakar. Evaluasi program dilakukan terhadap kriteria-kriteria kelengkapan, ketepatan dan konsistensi pengetahuan, kemudahan mengakses program dan kemudahan komunikasi atau dialog dengan pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur sistem pakar

Struktur sistem pakar EXSPalm1b terdiri dari badan program dan basis penge-

tahuan. Badan program tersusun atas subsub program sesuai dengan obyek dan control pada masing-masing form. Konseptualisasi basis pengetahuan menyangkut faktor-faktor yang mempengaruhi kehilangan minyak sawit mentah dilakukan dengan menggunakan diagram pohon. Sistem pakar EXSPalm1b memiliki tujuh buah struktur basis pengetahuan yaitu struktur basis pengetahuan untuk kehilangan minyak dalam air kondensat tinggi, kehilangan minyak dalam serabut tinggi, kehilangan minyak dalam tandan kosong tinggi, kehilangan minyak dalam buah pada tandan kosong tinggi, kehilangan minyak dalam biji tinggi, kehilangan minyak dalam fat-pit tinggi, dan kehilangan minyak dalam sludge tinggi. Struktur pengetahuan untuk kehilangan minyak dalam serabut tinggi disajikan pada Gambar 1.

Badan program yang paling utama berada pada suatu *file* tertentu dan pada *file* tersebut terdapat empat buah kontrol *SSCommand* berupa menu-menu pilihan bagi pengguna, yaitu menu Penjelasan, Konsultasi, Input Nilai, dan Keluar Program yang dilengkapi dengan sub-sub program untuk melakukan pengoperasian lebih lanjut. Basis pengetahuan dioperasikan pada kontrol *Option Button*. Apabila kontrol-kontrol tersebut ditekan maka model akan menampilkan pertanyaan-pertanyaan beserta fakta-fakta pertanyaan.

Struktur dialog

Fasilitas struktur dialog yang dirancang dengan *Visual Basic for Windows* versi 4.0 memberikan kemudahan bagi pengguna dalam menggunakan model sistem pakar EXSPalm1b. Sistem pakar ini mudah untuk dipahami dan dioperasikan

karena pengguna tidak harus banyak memberikan instruksi-instruksi tambahan.

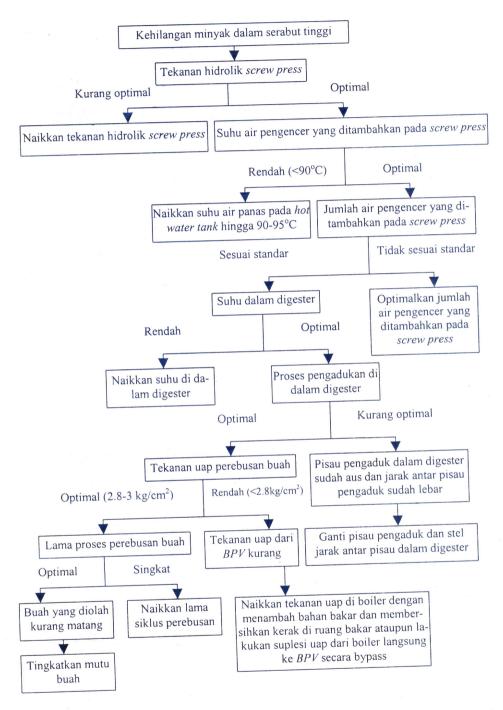
Proses penarikan kesimpulan

Penalaran yang digunakan dalam proses penarikan kesimpulan pada model sistem pakar EXSPalm1b dilakukan sesuai dengan mekanisme penalaran seorang pakar pada saat mengambil keputusan pada proses pengolahan kelapa sawit. Strategi penalaran yang digunakan adalah strategi penalaran pasti dan strategi penalaran tidak pasti.

Berdasarkan seluruh informasi yang diterima, sistem pakar akan bekerja menurut kaidah-kaidah yang dikembangkan dalam mesin inferensi. Masing-masing informasi akan mewakili satu parameter dan disebut nilai parameter. Nilai-nilai parameter ini saling berhubungan yang diatur dalam bentuk kaidah.

Kaidah untuk informasi yang bersifat pasti bekerja berdasar *modus ponens*, yaitu suatu kondisi dikatakan benar-benar terjadi dengan tingkat kepercayaan 100% jika informasi yang menyebabkan kondisi tersebut diketahui dengan tingkat kepercayaan 100% juga. Nilai parameter dalam kondisi ini selanjutnya akan diproses dalam rangka penarikan kesimpulan. Dalam sistem ini, *modus ponens* tersebut dikodekan dalam bahasa pemrograman *Visual Basic for Windows* versi 4.0 sebagai berikut:

If	[Fakta-Fakta1]	Then	[Solusi1]
ElseIf	[Fakta-Fakta2]	Then	[Solusi2]
Else	[Fakta-Fakta_n]	Then	[Solusi n]
EndIf			
If	[Solusi1]	Then	[Saran1]
ElseIf	[Solusi2]	Then	[Saran2]
Else	[Solusi_n]	Then	[Saran n]
EndIf			



Gambar 1. Struktur basis pengetahuan kehilangan minyak dalam serabut tinggi

Untuk menangani kondisi yang terjadi berdasarkan informasi yang mengandung keraguan atau ketidakpastian, sistem menyediakan fasilitas faktor kepastian yang didasarkan pada teori peluang Bayes. Menurut teori faktor kepastian, seorang pakar memiliki nilai kepastian (Measure of Belief, MB) atau nilai ketidakpastian (Measure of Disbelief, MD) terhadap suatu kesimpulan yang berdasarkan suatu fakta. Baik nilai MD maupun nilai MB berkisar antara 0 (nol) sampai 1 (satu).

Metode pengendalian yang dipergunakan dalam sistem adalah pengendalian mata rantai ke depan (forward chaining). Dalam sistem, metode pengendalian tersebut bekerja di bawah kendali metode pelacakan mendalam (depth-first search) dan pelacakan meluas (breadth-first search). Proses pengambilan keputusan dalam sistem pakar model EXSPalm1b diawali dari fakta, maju menyusuri kaidahkaidah faktor untuk mendapatkan konsultasi faktor, kemudian berdasarkan konsultasi faktor tersebut dihasilkan kesimpulan atau solusi.

Verifikasi model

Model sistem pakar EXSPalm1b mempunyai tiga fasilitas, yaitu fasilitas penjelasan, fasilitas masukkan nilai mutu minyak sawit mentah, dan fasilitas konsultasi. Fasilitas penjelasan disediakan untuk memberikan penjelasan kepada pengguna yang belum mengetahui ruang lingkup dan cara pengoperasian sistem pakar, proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit mentah, dan standar kehilangan minyak sawit mentah. Sedangkan fasilitas masukan disediakan agar peng-

guna dapat memasukkan nilai kehilangan minyak sawit mentah dan selanjutnya memungkinkan untuk konsultasi bila nilai kehilangan minyak sawit mentah yang dimasukkan tidak sesuai dengan standar.

Konsultasi juga dapat dilakukan tanpa melalui fasilitas masukan yaitu dengan cara memilih fasilitas konsultasi. Penggunaan fasilitas konsultasi diawali dengan pemilihan salah satu dari tujuh faktor yang akan dikonsultasikan. Setelah memilih salah satu faktor, misalnya faktor kehilangan minyak dalam serabut tinggi, sistem akan menampilkan pertanyaanpertanyaan yang berhubungan dengan faktor tersebut, yaitu tekanan hidrolik screw press, suhu air pengencer yang ditambahkan pada screw press, jumlah air pengencer yang ditambahkan pada screw press, suhu dalam digester, proses pengadukan di dalam digester, kondisi pisau pengaduk di dalam digester, dan jarak antar pisau pengaduk di dalam digester. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas, pengguna cukup menekan fakta-fakta yang ada sesuai dengan kondisi proses pengolahan yang mengakibatkan kehilangan minyak dalam serabut tinggi. samping itu, pengguna harus memberikan tingkat kepastian terhadap fakta-fakta tersebut. Untuk memberikan tingkat kepastian, pengguna cukup menekan anak panah pada combo box yang telah disediakan. Setelah ditekan, model akan menampilkan enam nilai tingkat kepastian untuk dipilih pengguna. Hasil konsultasi adalah solusi dan saran yang perlu dilakukan.

Tingkat kepastian fakta yang diberikan pengguna pada masing-masing pertanyaan akan menentukan tingkat kepastian solusi dan saran yang dihasilkan oleh model.

KESIMPULAN

EXSPalm1b Model merupakan model sistem pakar yang dirancang untuk membantu proses analisis terhadap permasalahan yang timbul selama proses pengolahan kelapa sawit. Model EXSPalm1b berfungsi sebagai media konsultasi untuk faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kehilangan minyak selama proses pengolahan kelapa sawit, dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang disajikan. Keluaran model adalah kesimpulan (solusi) dan saran dari permasalahan yang sedang Setiap solusi dan saran yang dikeluarkan model dilengkapi dengan nilai tingkat kepastian. Penerapan model tersebut pada pabrik kelapa sawit diharapkan akan dapat menekan kehilangan minyak sawit selama proses pengolahan atau meningkatkan efisiensi pengolahan kelapa sawit, sehingga akan dapat dihasilkan minyak sawit yang berdaya saing tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- BARDALE, M.Z. and L.K. LEONG. 1991. Computer expert system fro breakdown diagnostic of agricultural tractors. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 22(2):49-55.
- GAULTNEY, L.D. 1985. The potential for expert systems in agricultural system management. ASAE Paper No. 85-5033, Michigan State University, Michigan.
- HART, A. 1986. Knowledge Acquisition for Expert Systems. McGraw-Hill Book Company, New York.
- LYONS, P.J. 1994. Applying Expert Systems, Technology for Business. Wdsworth Publishing Company, Blemont, California.
- RAUCH-HINDIN, W.B. 1988. A Guide to Commercial Artificial Intelligence. Prentice-Hall. New Jersey.

And the second