

APLIKASI SISTEM PAKAR UNTUK PENGAWASAN MUTU MINYAK SAWIT MENTAH PADA PABRIK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT

Purboyo Guritno, Angga Jatnika, dan Diwan Prima Ariana

ABSTRAK

Situasi pasar yang dihadapi minyak sawit Indonesia pada masa yang akan datang adalah situasi pasar dengan tingkat kompetisi yang makin ketat sehingga diperlukan minyak sawit mentah yang bermutu tinggi. Faktor yang mempengaruhi mutu minyak sawit mentah dalam proses pengolahan tandan buah segar kelapa sawit menjadi minyak sawit mentah adalah kadar air, impurities, dan asam lemak bebas. Tujuan penelitian ini untuk membantu praktisi pengolahan kelapa sawit dalam mengawasi mutu minyak sawit mentah melalui penerapan sistem pakar. Sistem pakar hasil penelitian ini (EXSPalm1a) dirancang untuk membantu proses analisis terhadap permasalahan yang timbul selama proses pengolahan kelapa sawit. Proses analisis tersebut bersifat interaktif sehingga pengguna dapat berkonsultasi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi mutu minyak sawit mentah.

Kata kunci : minyak sawit mentah, mutu, sistem pakar

PENDAHULUAN

Pada masa yang akan datang laju peningkatan produksi minyak sawit Indonesia diperkirakan melampaui laju peningkatan konsumsi minyak sawit domestik. Oleh karena itu orientasi pemasaran minyak sawit yang selama ini diarahkan ke pasar domestik harus diubah ke pasar internasional. Perubahan orientasi pemasaran ini perlu didukung oleh komoditi minyak sawit Indonesia yang bermutu tinggi sehingga memiliki daya saing kuat.

Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu minyak sawit mentah adalah praktek pengolahan yang dilaksanakan di pabrik pengolahan kelapa sawit. Pada saat ini, mutu minyak sawit mentah ditentukan oleh kadar asam lemak bebas, kandungan air, *impurities* (kotoran dan padatan bukan minyak). Bahan baku tandan buah segar kelapa sawit yang kurang matang, proses sterilisasi, penebahan, pemasakan, dan pengempaan serta klarifikasi minyak yang

kurang baik, dapat menyebabkan perolehan minyak sawit mentah yang kurang baik mutunya.

Rumitnya persoalan akibat adanya sejumlah faktor yang saling berpengaruh dan harus dipertimbangkan secara simultan untuk memperoleh hasil pemecahan (solusi) yang memuaskan, menyebabkan perlunya suatu sistem pengambilan keputusan di dalam proses pengolahan minyak sawit. Sistem tersebut diharapkan mampu menganalisis dan mengintegrasikan faktor-faktor tersebut dan pada akhirnya memberikan solusi yang terbaik. Sistem pakar (*expert system*) dapat digunakan sebagai sistem pengambilan keputusan di dalam proses pengolahan minyak sawit.

Struktur dasar sistem pakar terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: sistem berbasis pengetahuan, mekanisme inferensi, dan struktur penghubung antara pengguna dan sistem (4). Sistem pakar berisi sejumlah informasi untuk mencapai penyelesaian

tertentu yang mendekati keputusan seorang pakar (1). Oleh karena didasarkan atas pengetahuan manusia, yaitu pakar, maka sistem pakar tidak dapat melakukan tugas pemecahan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh manusia. Pengetahuan yang terkandung di dalam sistem pakar merupakan satu-satunya sumber kekuatan sistem pakar tersebut (6).

Penerapan sistem pakar memiliki keunggulan karena adanya faktor ketersediaan pengetahuan, konsistensi dan komprehensif. Dengan menggunakan sistem pakar, pengetahuan deklaratif dan prosedural dari seorang pakar akan selalu tersedia. Sistem pakar bersifat konsisten, artinya sepanjang pemrogramannya benar maka program akan berjalan secara konsisten dan benar. Disamping itu, sistem pakar dapat menggabungkan keahlian dari beberapa orang pakar sehingga diperoleh konsensus masalah yang bersifat komprehensif (3).

Penelitian ini bertujuan merancang sistem pakar untuk membantu praktisi pengolahan kelapa sawit dalam mengawasi mutu minyak sawit mentah dengan sistem berbasis pengetahuan. Basis pengetahuan disusun dengan cara mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi mutu minyak sawit mentah dan mewawancarai dan mempelajari alur pikir para pakar pengolahan kelapa sawit dalam pengawasan mutu minyak sawit mentah sehingga dapat memenuhi standar mutu yang diminta.

METODOLOGI

Kerangka Pemikiran

Penurunan mutu minyak sawit mentah yang mungkin timbul selama proses pengolahan kelapa sawit merupakan masalah yang cukup kompleks karena melibatkan berbagai unit proses mulai dari bahan baku

yang akan diolah sampai minyak dikeluarkan dari pengering minyak vakum. Tahap-tahap pengolahan minyak sawit mentah telah dibahas oleh beberapa peneliti terdahulu (2,5). Parameter penentu mutu minyak sawit mentah yang dihasilkan oleh proses pengolahan kelapa sawit adalah kandungan air, *impurities* (kotoran dan padatan bukan minyak), dan asam lemak bebas. Analisis terhadap faktor-faktor tersebut harus dilakukan secara cermat sehingga menghasilkan keputusan yang konsisten dan andal. 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 mutu yang memenuhi standar yang berlaku.

Pengembangan Model

Pengembangan model dilaksanakan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic for Windows* versi 4.0, yang dikembangkan oleh Microsoft pada tahun 1987. Pengembangan sistem pakar EXSPalm1a (*Expert System to Assist in Controlling the Quality of Crude Palm Oil*) memerlukan seperangkat komputer sekurang-kurangnya PC AT 486 MHz, dengan kapasitas memori minimal sebesar 8 MB dan monitor jenis VGA.

Dalam tahap persiapan dilakukan identifikasi permasalahan, yang meliputi pemilihan masalah, identifikasi tujuan dan sumber pengetahuan (studi pustaka dan pakar). Tahapan ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer maupun sekunder. Agar diperoleh basis pengetahuan yang akurat maka dipilih pakar dari praktisi

yang terlibat langsung dalam proses pengolahan kelapa sawit.

Setelah tahap persiapan diselesaikan, selanjutnya dilakukan enam tahap kegiatan, yaitu: penyerapan pengetahuan, konseptualisasi pengetahuan, representasi pengetahuan, pengembangan mekanisme inferensi, pemrograman komputer, implementasi dan evaluasi. Penyerapan pengetahuan dimulai dengan menyusun kerangkanya berupa pertanyaan-pertanyaan seputar masalah yang dihadapi selama proses pengolahan kelapa sawit. Hasilnya disusun menjadi suatu struktur yang menggambarkan permasalahan dan bila perlu dapat dipilah-pilah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil untuk memudahkan pemahaman. Konseptualisasi pengetahuan ini juga berfungsi sebagai umpan balik bagi pakar untuk memeriksa kebenaran, kelengkapan dan konsistensi pengetahuan, serta untuk mempertahankan antusiasme pakar dalam pengembangan program.

Pemilihan metode representasi pengetahuan dilakukan dengan mempertimbangkan jenis pengetahuan yang akan disajikan dan bentuk penyajian pengetahuan pada bahasa pemrograman sistem pakar yang digunakan. Pengembangan mekanisme inferensi diawali dengan pemilihan strategi penalaran, strategi pengendalian, dan strategi pelacakan. Basis pengetahuan yang telah disetujui oleh pakar beserta mekanisme inferensi yang dilengkapi dengan fasilitas penjelasan dipadukan dalam bentuk program komputer. Implementasi program dilakukan dengan pengujian program kepada pengguna dan pakar. Kelengkapan, ketepatan dan konsistensi pengetahuan, kemudahan mengakses program dan kemudahan komunikasi atau dialog dengan pengguna merupakan hal-hal yang selalu dievaluasi.

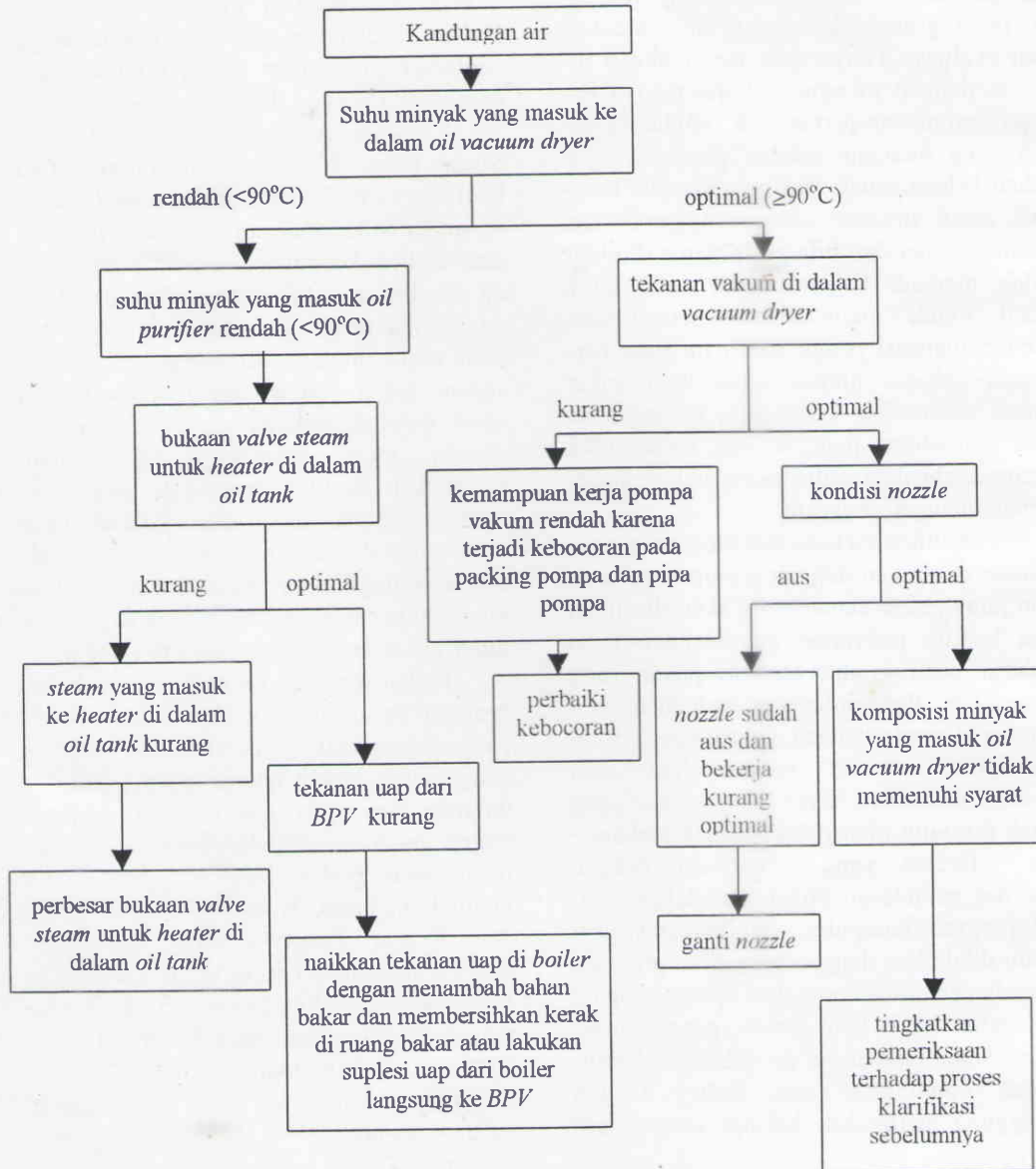
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pakar EXSPalmla, yang terdiri atas badan program dan basis pengetahuan, mudah untuk dipahami dan dioperasikan karena pengguna tidak harus banyak memberikan instruksi tambahan. Hal ini disebabkan oleh dimungkinkannya perancangan struktur dialog interaktif dengan fasilitas yang disediakan *Visual Basic for Windows* versi 4.0 atau sesudahnya. Sistem pakar EXSPalmla 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 mutu minyak sawit mentah. Sedangkan fasilitas masukkan disediakan agar pengguna dapat memasukkan nilai mutu minyak sawit mentah dan selanjutnya memungkinkan untuk konsultasi bila nilai mutu minyak sawit mentah yang dimasukkan tidak sesuai dengan standar.

Badan program tersusun atas sub-sub program sesuai dengan obyek dan *control* pada masing-masing *form*. 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 program akan menampilkan pertanyaan-pertanyaan beserta fakta-fakta pertanyaan.

Konseptualisasi basis pengetahuan menyangkut faktor-faktor yang mempengaruhi mutu minyak sawit mentah dilakukan dengan menggunakan diagram pohon. Sistem pakar EXSPalmla memiliki tiga buah struktur basis pengetahuan, yaitu

struktur basis pengetahuan untuk kandungan air tinggi, kandungan *impurities* tinggi, dan kandungan asam lemak bebas tinggi. Struktur basis pengetahuan untuk kandungan air tinggi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur basis pengetahuan kandungan air tinggi

Sistem pakar EXSPalmIa bekerja menurut kaidah yang dikembangkan dalam mesin inferensi. Proses penarikan kesimpulan dilakukan sesuai dengan cara seorang pakar pada saat mengambil keputusan pada proses pengolahan kelapa sawit berdasarkan informasi yang diketahuinya. Proses pengambilan keputusan dalam sistem pakar EXSPalmIa diawali dari fakta, maju menyusuri kaidah-kaidah faktor untuk mendapatkan konsultasi faktor, kemudian berdasarkan konsultasi faktor tersebut dihasilkan kesimpulan atau solusi. Di dalam EXSPalmIa, setiap informasi 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. Dalam EXSPalmIa, *modus ponens* tersebut didekakan 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
    
```

Sistem pakar EXSPalmIa juga dapat menangani kondisi yang terjadi berdasarkan informasi yang mengandung keraguan atau ketidakpastian. EXSPalmIa menyediakan fasilitas faktor kepastian yang didasarkan pada teori peluang Bayes. Dalam hal ini, 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).

Sebagaimana telah dikemukakan, proses pengambilan keputusan dalam sistem pakar EXSPalmIa diawali dari fakta, maju menyusuri kaidah-kaidah faktor untuk mendapatkan konsultasi faktor, kemudian berdasarkan konsultasi faktor tersebut dihasilkan kesimpulan atau solusi. Penyusunan kaidah dilakukan dengan sistem pengendalian mata rantai ke depan (*forward chaining*) yang bekerja di bawah kendali metode pelacakan mendalam (*depth-first search*) dan pelacakan meluas (*breadth-first search*).

Verifikasi sistem pakar EXSPalmIa dilakukan berdasar basis pengetahuan kandungan air. Konsultasi dilakukan tanpa melalui fasilitas masukkan tetapi dengan cara memilih fasilitas konsultasi. Penggunaan fasilitas konsultasi diawali dengan pemilihan salah satu dari tiga faktor yang akan dikonsultasikan yaitu faktor kandungan air, kandungan impurities (kotoran dan padatan bukan minyak), dan faktor kandungan asam lemak bebas. Setelah memilih salah satu faktor, misalnya faktor kandungan air, sistem akan menampilkan pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan faktor kandungan air tinggi, yaitu suhu minyak yang masuk ke dalam *oil vacuum dryer*, bukaan katup uap untuk pemanas di dalam *oil tank*, tekanan vakum di dalam *oil vacuum dryer*, dan kondisi *nozzle* di dalam *oil vacuum dryer*. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas, pengguna cukup menekan fakta-fakta yang ada sesuai dengan kondisi proses pengolahan yang mengakibatkan kandungan air pada minyak sawit mentah tinggi.

Untuk memberikan tingkat kepastian, pengguna cukup menekan anak panah pada

combo box yang telah disediakan. Setelah ditekan, program 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 diberikan. Misalnya jika nilai tingkat kepastian fakta pada masing-masing pertanyaan tentang kandungan air tinggi adalah 0,8 (sangat pasti), 0,4 (hampir pasti) dan 0,6 (pasti), maka nilai tingkat kepastian solusi adalah 0,72 sedangkan tingkat kepastian saran adalah 0,648. Contoh tampilan proses konsultasi sistem pakar EXSPalm1a hingga menghasilkan solusi dan saran tentang kandungan air tinggi diperlihatkan pada Gambar 2.

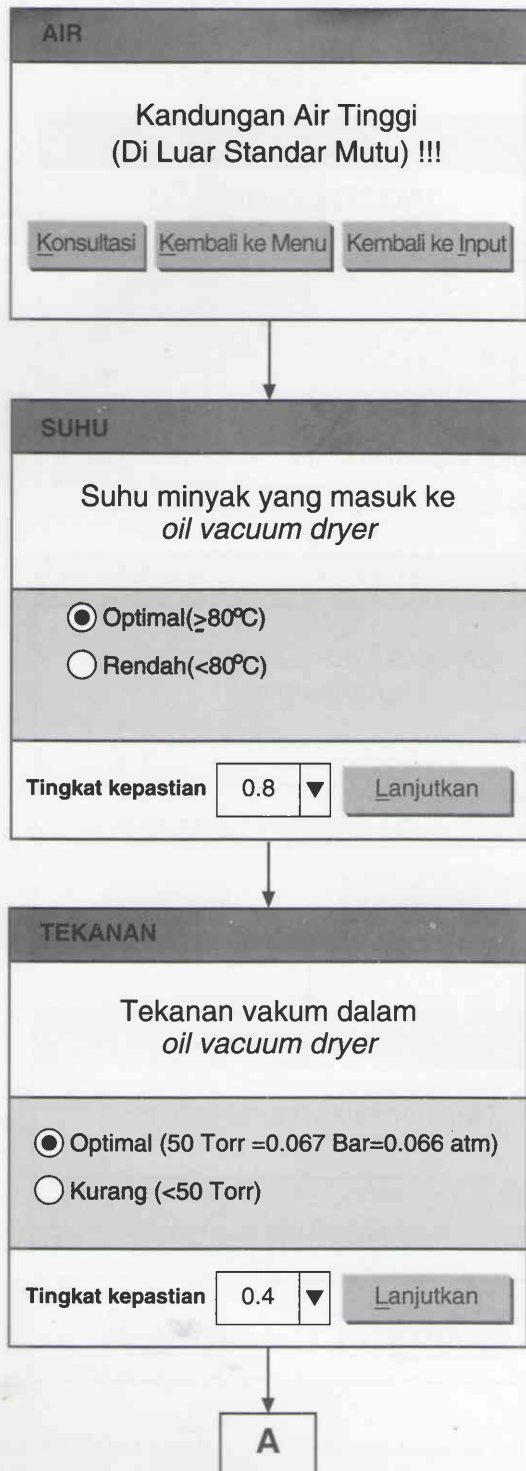
KESIMPULAN

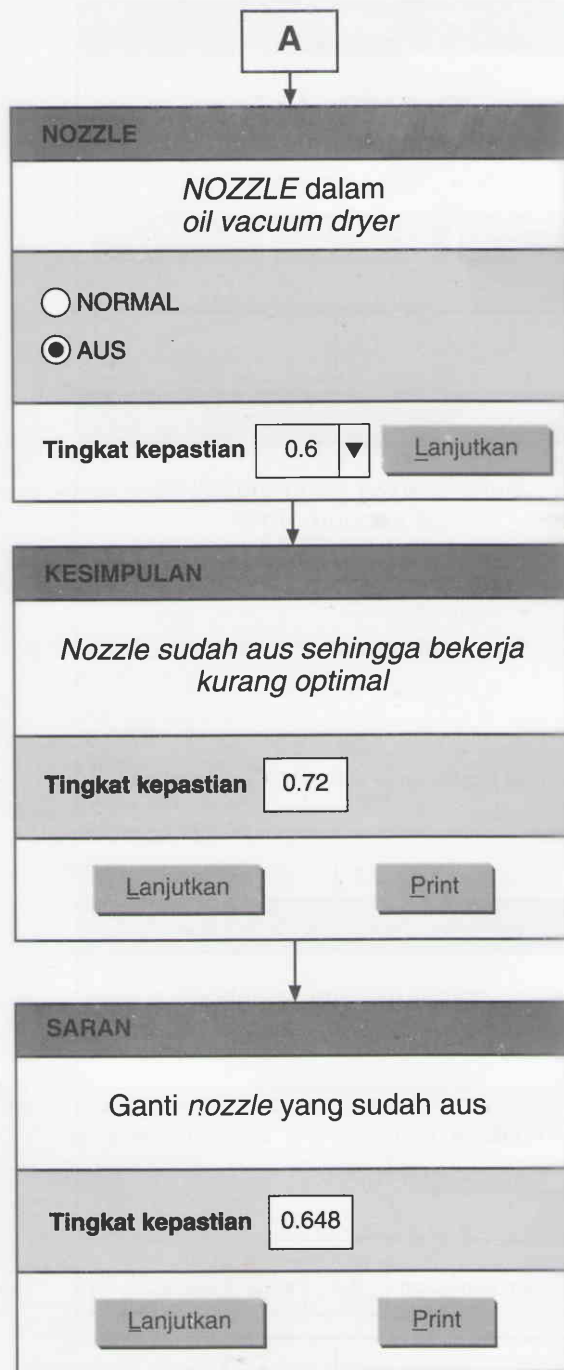
Aplikasi sistem pakar EXSPalm1a dapat mempercepat proses analisis terhadap permasalahan yang mempengaruhi mutu minyak sawit mentah. Penerapan sistem pakar ini pada pabrik pengolahan kelapa sawit, diharapkan dapat mempertahankan mutu minyak sawit yang dihasilkan sehingga memenuhi standar yang berlaku. Konsultasi dengan sistem pakar

EXSPalm1a dilakukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang disajikan. Sistem pakar EXSPalm1a akan bekerja sebagaimana layaknya seorang pakar. Berdasarkan informasi yang dimasukkan atau dikonsultasikan, sistem pakar EXSPalm1a akan memberikan kesimpulan (solusi) dan saran dari permasalahan yang sedang dihadapi yang dilengkapi dengan nilai tingkat kepastian.

DAFTAR PUSTAKA

1. GAULTNEY, L.D. 1985. The potential for expert systems in agricultural system management. ASAE Paper No. 85-5033, Michigan State University, Michigan.
2. BEK-NIELSEN, D.B. 1987. Palm oil processing technology: past, present, and future. Proceedings of 1987 PORIM International Palm Oil Conference. PORIM, Malaysia.
3. HART, A. 1986. Knowledge Acquisition for Expert Systems. McGraw-Hill Book Company, New York.
4. LYONS, P.J. 1994. Applying Expert Systems. Technology for Business. Wdsworth Publishing Company, Blemont, California.
5. MAYCOCK, J.H. 1987. Palm Oil Factory Process Handbook. Part I: General Description of the Palm Oil Milling Process. PORIM, Malaysia.
6. RAUCH-HINDIN, W.B. 1988. A Guide to Commercial Artificial Intelligence. Prentice-Hall, New Jersey.





Gambar 2. Tampilan proses konsultasi EXSPalm1a untuk kandungan air tinggi
(Figure 2. Consultation process display of EXSPalm1a for high moisture content)

Application of expert system to control crude palm oil quality at palm oil mill

Purboyo Guritno, Angga Jatmika, and Diwan Prima Ariana

Abstract

Future crude palm oil market is predicted to have a tight competitiveness due to highly demand on the quality of the oil. The quality of crude palm oil is mainly governed by its free fatty acid, moisture, and impurity content. Off quality standard of crude palm oil could be occurred during the oil extraction process, storage, and shipment. The objective of this research is to design an expert system used to assist the palm oil mill manager and engineer in controlling the quality of the palm oil. The expert system resulted from this research (EXSPalm1a) was designed to analyze a problem related to the quality during day-to-day operation in the mill. The process analysis is interactive so that user can consult about any problems affected the quality of extracted crude palm oil.

Key words: crude palm oil, quality, expert system

Introduction

In the future the rate of palm oil production in Indonesia is predicted to surpass the rate of domestic palm oil consumption. Therefore, the market orientation of the crude palm oil (CPO) is somewhat shifted from the local or domestic market to the international CPO market. The change of market orientation has to be supported by the high quality standard quality of Indonesian CPO in order to remain strong competitive in the international market.

One of the factors on which the quality of CPO is influenced is extraction process at the palm oil mill. At present, the quality of crude palm oil is governed by its free fatty acid (FFA) content, moisture content, and impurities (debris and non oil solid). Unripe oil palm fresh fruit bunch used as raw material, incorrect sterilization, threshing, digesting, and pressing of the oil palm fruit, clarification processes of the crude oil will lead a poor quality of CPO produced.

Due to the complexity of the many factors in the crude palm oil processing on which the quality of CPO are influenced, the quick decision making system is needed to simultaneously solve the problem encountered at the palm oil mill. The system is expected to be able to analyze and integrate those factors and eventually provide the best solution. An expert system, also called a knowledge-based system, can be used as a tool of decision-making system related to the quality of crude oil in the palm oil.

An expert system is normally composed of a knowledge base (information, heuristics, etc.), inference engine (analyzes the knowledge), and the end user interface (accepting inputs, generating outputs) (4). An expert system is a computer program designed to mimic the problem-solving behavior of a human who is an expert in a narrow domain or discipline (1). Because an expert system works based on the knowledge of human being, the expert system can not make a decision from given

problems which can not be solved by human being. The expert system does only work based on the knowledge that have been programmed in the system (6).

The attractive features of expert system application are availability of the knowledge, consistency, and comprehensiveness to solve a well-defined problem. By using an expert system, declarative and procedural knowledge of an expert are always available. The expert system is consistent meaning that as long as its program is correct, the expert system program will work consistently and correctly. Moreover, the expert system is capable to combine the knowledge of many experts so that it can be designed consensus problems comprehensively (3).

This research is to design an expert system model to assist the palm oil mill manager and engineer in controlling the quality of the oil to meet standard requirement based on knowledge system. Knowledge-based system was derived by studying all factors on which the quality of the crude palm oil is affected and interviewing palm oil mill experts including their logical chain of thought in controlling the quality of crude palm oil.

Methodology

Conceptual framework

Poor CPO quality is affected by incorrect processing starting the quality of raw material to be processed until crude palm oil comes out from the vacuum drier. Step by step palm oil processing has been clearly described by previous workers (2,5). In order to give the consistent and valid decisions, all factors on which the quality parameters of the crude palm oil processing e.g. free fatty acid (FFA) con-

tent, moisture content, and impurities are affected have to be included in the expert system model. The expert system developed enables to analyze all information gathered from the palm oil mill expert and literature and to simulate as an expert. The conclusion and recommendation of the system will give an optimal condition process of crude palm oil extraction in order to produce the quality standard requirement.

Model development

Model development was set up using the computer language *Visual Basic* for *Windows* version 4.0, which is developed by Microsoft in 1987. An expert system EXSPalm1a required a computer PC AT 486 MHz with the minimum capacity of memory of 8 MB and VGA monitor.

Problem identification including problem selection, identification goal, and source of knowledge (expert and literature study) was done in the preparation step. The problem identification was done by collecting primary and secondary data. In order to obtain the precise and accurate knowledge, the experts who directly involved in the crude palm oil processing were selected.

After the preparation step was completed, the next step was the development step which done through six phases: knowledge acquisition, conceptual knowledge, knowledge representation, computer programming, implementation, and evaluation. The knowledge acquisition was started on structuring a framework of absorbed knowledge by asking questions about problems encountered during palm oil processing. The results of knowledge acquisition from the expert and literature study were structured into a problem structure. If needed, the structuring knowl-

edge can be broken down into smaller part to ease in understanding the problem. The structuring knowledge also functions as feed back for the expert to examine an accurate, complete, and consistent knowledge, and also to maintain the enthusiasm of the expert in the computer program development.

The selection of knowledge representation method has to consider the kind of knowledge presented as well as a knowledge presentation form in the expert system computer language program being used. Development of inference mechanism is initiated with the selection of reasoning, control, and traceably strategies. The computer program is set up initially with the building of knowledge base which has been approved by experts and followed by structuring the main program in the form of inference mechanism equipped with explanatory facility. Program implementation is done by testing developed program to the user and expert. The completeness, preciseness, consistency of the knowledge, accessibility and communicability with the user are criteria which always are evaluated.

Results and discussion

The expert system EXSPalm1a, which is consisted of a program body and a knowledge base, is a user friendly because user is not necessary to give additional instructions. This was caused by the interactive dialogue structure was designed using facility provided by *Visual Basic* for

Windows version 4.0 or latter. EXSPalm1a has three facilities, namely explanatory (on line help) facility, facility to enter the value of crude palm oil (CPO) quality, and consultation facility. Explanatory or on line help facility gives a brief explanation to user who has been yet familiar with the scope and operating system of EXSPalm1a, crude palm oil processing, and quality standard requirement of CPO. Inputting facility allows user to enter the value of CPO quality obtained during the process. If the entered quality of CPO is not in agreement with quality standard requirement, the system will give a consultation and recommendation.

Program body was composed of sub programs that were related to the object and control for each form. The main body program was located in a certain file containing four *SSCommand* controls of menu selection for users, namely explanatory, consultation, value input, program exit menus which are provided with sub programs to be used for the next operation. Knowledge base was operated on the option button control. If the control button is pressed, the model will display questions.

Conceptual knowledge base included all factors on which the quality of the crude palm oil are affected and was structured into the flowchart. EXSPalm1a has three structures of knowledge base that are structure of knowledge base for a high free fatty acid (FFA), moisture, impurity contents of crude palm oil. The structure of knowledge for high moisture content is presented in Figure 1.

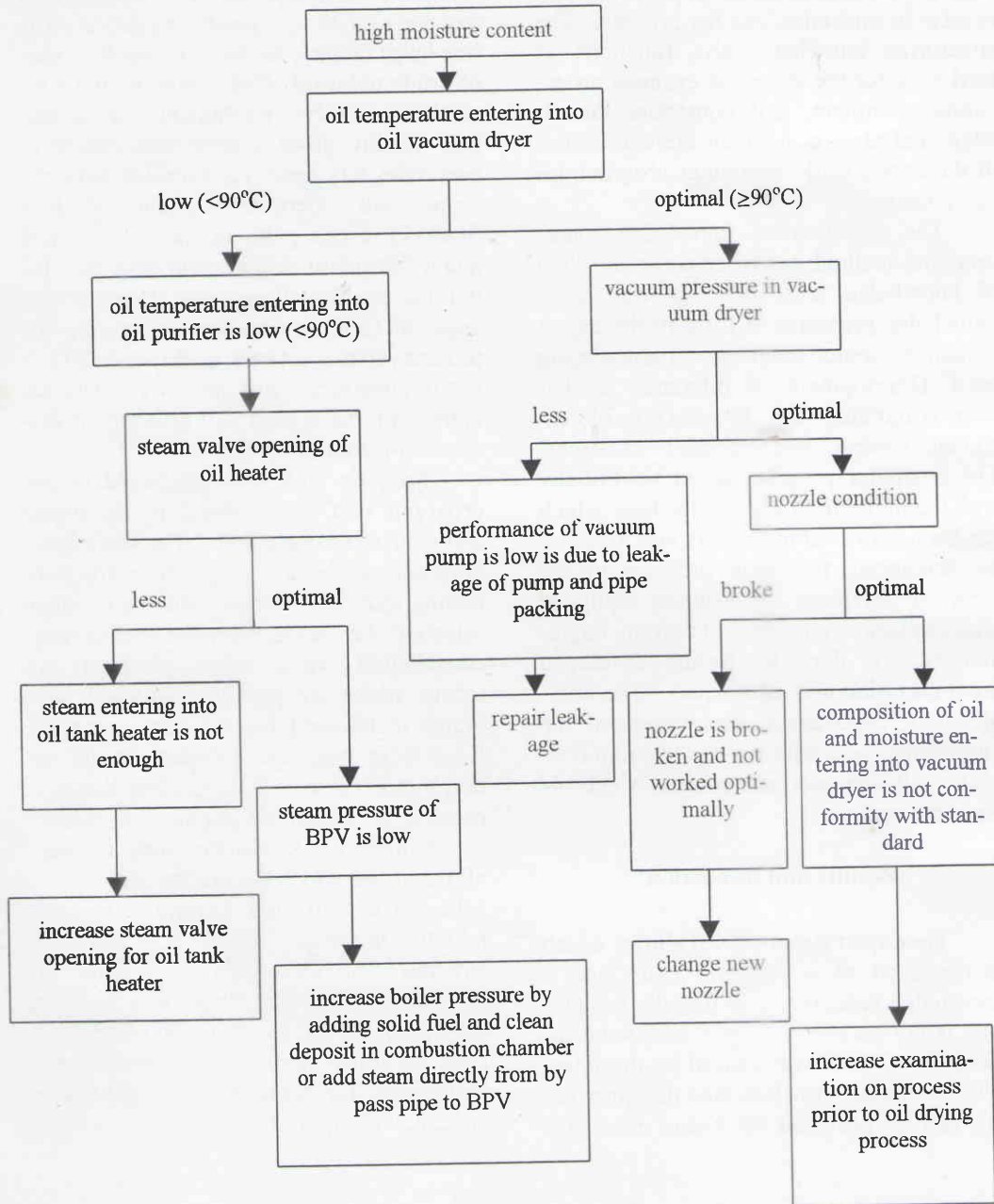


Figure 1. Structure of knowledge base for moisture content

The expert system EXPalm1a worked according to set of rule developed in the inference engine. The conclusion withdrawal process in EXPalm1a was done in conformity with that of palm oil mill expert at the condition when he/she makes a decision of the problem encountered during crude palm oil process based on his/her knowledge. The decision making process in EXSPalm1a is begun from the fact and goes forward through the rule of the factor to obtain the consultation factor. Then, based on the consultation factor, it is employed a conclusion or solution. In the expert system EXPalm1a, each information represented one parameter is called parameter value. These parameter values are correlated each other which is governed in the form of set of rule. The rule for certainty information works based on *ponens modus* that is a condition is said to be truly occurred with confidence degree of 100%, if the information that caused a such condition is identified with 100% confidence degree. In this system, *ponens modus* is coded in the computer language which is as follows:

```

If [Fact-Fact 1]      Then [Solution 1]
Elseif[Fact-Fact 2]  Then [Solution 2]
Else[Fact-Fact_n]    Then [Solution_n]
Endif
If[Solution 1]       Then [Recommendation 1]
Elseif[Solution 2]   Then [Recommendation 2]
Else[Solution_n]     Then [Recommendation_n]
Endif

```

The expert system EXSPalm1a also handles the condition that has been occurred based on the uncertainty information. The system provides the facility of certainty factor according to Bayes probability theorem. Based on the certainty factor, an expert has a measure of belief (MB) or measure of disbelief (MD) on the conclusion drawn from the fact. Both MB

and MD have a value in the range of 0 (zero) to 1(one).

As stated before, the decision making process in EXSPalm1a is begun from the fact and goes through the rule of the factor to obtain the consultation factor. Then, based on that consultation factor, it is employed a conclusion or solution. Controlling method used in the EXSPalm1a is a forward chaining. This controlling method worked under depth-first search and breadth-first search.

The verification of expert system EXSPalm1a was done based on moisture content knowledge bases. The consultation can be done without entering inputting facility but can enter by selecting consultation facility. The use of consultation facility was started on selecting one of three parameters of CPO quality e.g. FFA, moisture, and impurity contents. After selecting one of the three parameters, for example the moisture content, the system will display questions related to cause of high moisture content of CPO such as the oil temperature entering vacuum dryer, steam valve opening in the oil tank, pressure of oil vacuum dryer, and nozzle condition of vacuum dryer. To answer those questions, user just answers the actual facts according to the existing operating conditions that contribute to the cause of high moisture content during the CPO extraction process.

Moreover, the user has to give a certainty degree value that the high moisture content is caused by the one or more incorrect existing operating condition process. The user just presses arrow at available combo box. After pressing, the model will display a six-certainty degree value to be selected by the user. Result of consultation is in the form of solution and recommendation. Certainty degree value given by the user for each answer will determine cer-

tainty degree value of solution and recommendation produced by the model. For example, if the certainty degree for each answer about the high moisture content of CPO is 0.8 (very certain), 0.4 (less certain), 0.6 (certain), the certainty degree value of solution is 0.72 and 0.648 for certainty degree value of recommendation. Display of explanation of EXSPalm1a for high moisture content was written in Indonesian language. Figure 2 presented sample of consultation process display of EXSPalm1a for high moisture content (please refer to Indonesian text).

Conclusions

Application of expert system EXSPalm1a could analyze quickly the process of the crude palm oil extraction problems related to CPO quality. The application of EXSPalm1a at the palm oil mill could assist to maintain the quality of CPO produced in agreement with quality standard requirement. The consultation with EXSPalm1a could be done by answer all questions displayed. The EXSPalm1a worked as well as an palm oil mill expert.

Based on information which is inputted or consulted, expert system will give solution and recommendation from the problem that is encountered during extraction process which provided with a certainty degree value

References

1. GAULTNEY, L.D. 1985. The potential for expert systems in agricultural system management. ASAE Paper No. 85-5033, Michigan State University, Michigan.
2. BEK-NIELSEN, D.B. 1987. Palm oil processing technology: past, present, and future. Proceedings of 1987 PORIM International Palm Oil Conference, PORIM, Malaysia.
3. HART, A. 1986. Knowledge Acquisition for Expert Systems. McGraw-Hill Book Company, New York.
4. LYONS, P.J. 1994. Applying Expert Systems, Technology for Business. Wdsworth Publishing Company, Blemont, California.
5. MAYCOCK, J.H. 1987. Palm Oil Factory Process Handbook. Part 1: General Description of the Palm Oil Milling Process. PORIM, Malaysia.
6. RAUCH-HINDIN, W.B. 1988. A Guide to Commercial Artificial Intelligence. Prentice-Hall, New Jersey.

ooOoo