

SISTEM PRODUKSI TERDISTRIBUSI MANDIRI: PERANGKAT LUNAK INTI PENGEMBANGAN SISTEM PRODUKSI

Yatna Yuwana Martawirya⁽¹⁾, Rochmad Setyadi⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorium Teknik Produksi, Jurusan Teknik Mesin FTI-ITB

Telp. (022) 250 0933, Fax. (022) 251 2817

E-mail:

yatna@tekprod.ms.itb.ac.id

rochmad@tekprod.ms.itb.ac.id

Ringkasan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat perangkat lunak aplikasi MSC (Manufacturing System Core) yang dapat digunakan sebagai modul dasar/inti dalam pengembangan perangkat lunak sistem produksi. Pengembangan MSC dibahas berdasarkan konsep SPTM (Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri). Metoda pemodelan berorientasi obyek digunakan untuk memodelkan elemen otonom pada sistem produksi. Contoh aplikasi minimum MSC dan metoda pengembangannya dibahas untuk memahami sifat modular MSC. Teknologi pengembangan perangkat lunak yang diterapkan dibahas agar dapat diketahui kemampuan MSC dalam menggunakan data secara bersama dengan aplikasi lain.

Abstract

The objective of the present research is to develop an application software called MSC (Manufacturing System Core) which is used as a core in the development of a manufacturing system software. The development of MSC is based on ADiMS (Autonomous Distributed Manufacturing System). An object-oriented modeling method is adopted to represent the autonomous component of the manufacturing systems. The example of minimum application of MSC and the method of extent are discussed to understand the modularity of MSC. Software development technology applied at MSC are discussed to see the ability of MSC in the data sharing with other application.

Keywords: manufacturing system, distributed system, object oriented, CIMS, manufacturing system software, backward scheduling

1. PENDAHULUAN

Sistem produksi mencakup jenis informasi yang beragam, termasuk informasi tentang pesanan (order), informasi produk, informasi kemampuan produksi (diantaranya mesin, operator, perkakas potong, perkakas bantu), informasi sediaan, dan sebagainya. Pengelolaan dan pengolahan informasi tersebut secara manual untuk keperluan produksi memakan waktu yang relatif lama (lambat) sehingga tidak sesuai diterapkan pada sistem produksi yang harus dapat merespon perubahan/kejadian dengan cepat. Oleh sebab itu pengelolaan dan pengolahan informasi dengan bantuan komputer sangat diperlukan agar informasi dapat disimpan, dipanggil, dan diolah dengan cepat menjadi informasi lain yang diperlukan. Agar perintah kegiatan produksi pada peralatan produksi juga dapat dilaksanakan dengan cepat sistem informasi ini harus diintegrasikan dengan peralatan produksi. Pengintegrasian sistem informasi produksi dengan peralatan produksi ini dikenal dengan Sistem Produksi

Terintegrasi/CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)[1].

Apabila dapat dibuat sistem produksi yang terintegrasi maka pengelolaan produksi akan menjadi lebih mudah dan sistem produksi dapat menjadi lebih fleksibel karena kemampuan menanggapi dengan cepat adanya perubahan keadaan (*event*). Walaupun demikian pembuatan perangkat lunak untuk pengintegrasian sistem produksi (perangkat lunak sistem produksi) merupakan masalah yang rumit karena alasan berikut: beraneka ragamnya informasi produksi, beraneka ragamnya pola produksi (produksi berulang/repetitif, produksi massal, produksi *jobshop*), beraneka ragamnya pengorganisasian kegiatan di industri, dan sebagainya. Oleh sebab itu tidak mungkin membuat perangkat lunak sistem produksi yang dapat memenuhi semua kebutuhan. Perangkat lunak sistem produksi maju harus memenuhi beberapa kriteria berikut: (i) bersifat modular dan dapat diintegrasikan dengan modul-modul yang lain dengan mudah; (ii) terdistribusi

dalam arti fisik tidak harus terletak/diinstal pada satu komputer tetapi dapat diletakkan di salah satu komputer di jaringan, dan dalam arti logis penyelesaian problem produksi dilakukan secara bersama-sama dan secara lokal oleh entiti-entiti yang mandiri; (iii) tidak ada informasi ganda dan semua informasi harus konsisten.

Penelitian ini bertujuan membuat perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai modul dasar/inti untuk pengintegrasian sistem produksi. Perangkat lunak yang akan dibuat harus mempunyai sifat-sifat yang diperlukan oleh sistem produksi maju. Pada makalah ini pengembangan perangkat lunak sistem produksi lebih ditekankan pada fungsi pengelolaan informasi produksi. Pembahasan tentang pengembangan modul pengendali perangkat keras dan pengintegrasian telah dibahas pada makalah yang lain [2][3].

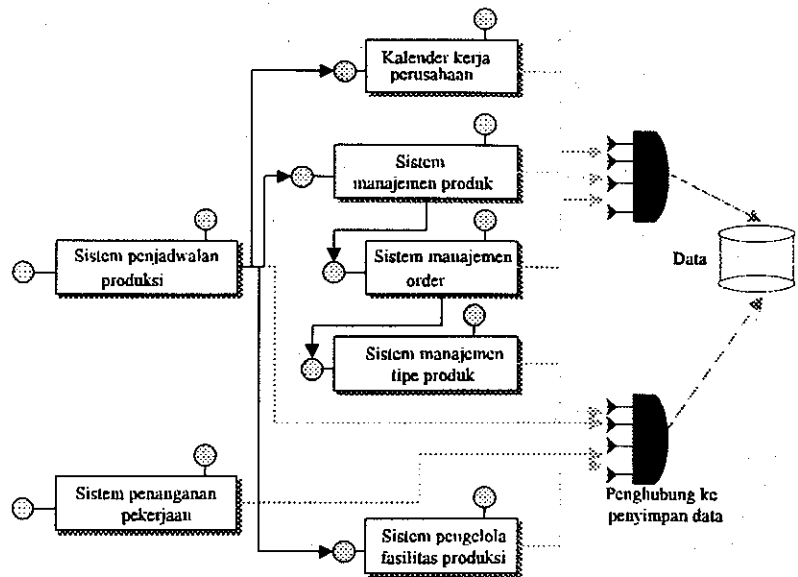
2. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK MSC

Secara ringkas sistem produksi yang fleksibel memerlukan perangkat lunak yang modular, otonom, dapat digunakan kembali, dan terdistribusi. Perangkat lunak yang dibuat diberi nama ADiMS yang merupakan kependekan dari *Autonomous Distributed Manufacturing System*. Untuk menangani fleksibilitas ADiMS menggunakan pendekatan "berangkat dari inti masalah". Penjabaran pendekatan ini adalah pembuatan *Manufacturing System Core* (MSC). Bagian inti sistem produksi tersebut relatif tetap atau semi standar, tidak tergantung pada pola dan pengorganisasian kegiatan produksi, tetapi memiliki kemampuan yang baik untuk dikembangkan. Kunci sifat keterkembangan MSC adalah tersedianya fasilitas koneksi (*interface*) yang memisahkan model rinci terhadap implementasinya, serta data yang primitif dan atomik. Fasilitas koneksi MSC harus tepat guna dengan organisasi produksi.

Secara lebih rinci sifat-sifat yang dimiliki oleh MSC tersebut adalah sebagai berikut:

1. Meskipun kecil dan hanya merupakan bagian inti, MSC harus sudah dapat digunakan.
2. Dapat dengan mudah dikembangkan atau ditambah dengan modul lain.
3. Memiliki fasilitas koneksi yang standar dan dapat digunakan dengan mudah oleh sistem yang lain termasuk oleh sistem bisnis.

MSC yang dikembangkan terdiri dari lima komponen pengelola data, yaitu kalender kerja perusahaan, sistem manajemen produk, sistem manajemen order, sistem manajemen tipe produk, dan sistem pengelola fasilitas produksi. Selain itu MSC juga dilengkapi dengan dua sistem aplikasi (*front end*), yaitu sistem penjadwalan produksi, dan sistem penanganan pekerjaan. Struktur MSC ini diperlihatkan pada Gambar 1. Setiap komponen



Gambar 1 Struktur MSC (*Manufacturing System Core*)

dalam MSC dapat saling bertukar pesan atau saling memanfaatkan melalui fasilitas koneksi standar yang tersedia. MSC juga mempunyai gerbang yang merupakan fasilitas koneksi ke tempat penyimpanan data. Data yang dikirimkan dapat berupa file, database relasional ataupun perintah (*messaging system*). Kemampuan yang dimiliki oleh MSC merupakan gabungan kemampuan komponen-komponen penyusunnya. Kemampuan utama yang dimiliki oleh komponen-komponen yang menyusun struktur MSC diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kemampuan Utama Komponen Penyusun MSC

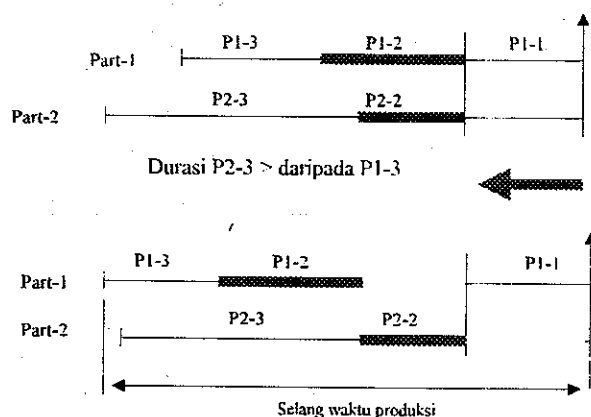
Komponen Sistem	Kemampuan
Sistem manajemen tipe produk	Pendefinisian struktur produk; Pendefinisian proses; Penentuan alternatif operasi
Sistem pengelola fasilitas produksi	Pendefinisian peralatan; Pendefinisian kemampuan peralatan; Pendefinisian pabrik; Pendefinisian operator
Kalender kerja perusahaan	Pendefinisian jam kerja; Penandaan hari libur
Sistem penanganan pekerjaan	Perintah ke pabrik; Pelaporan keadaan pabrik; Pemantauan kemajuan pekerjaan
Sistem manajemen produk	Pemilihan tipe produk; Pendefinisian <i>due date</i>
Sistem penjadwalan produksi	Pemilihan peralatan produksi bagi proses; Pencegahan konflik; Pembuatan <i>Gantt chart</i> ; Penampilan dengan berbagai domain; Penjadwalan kembali
Sistem manajemen order	Pembuatan obyek produk; Pencatatan order; Pembuatan <i>due date</i> bagi komponen produk

3. KONSEP DASAR SISTEM PRODUKSI TERDISTRIBUSI MANDIRI (SPTM)

Konsep dasar sistem produksi terdistribusi mandiri sudah dibahas pada beberapa tulisan sebelumnya [4][5]. Dalam konsep ini setiap elemen produksi mempunyai fungsi otonom untuk melakukan *monitoring*, pengambilan keputusan, dan melaksanakan hasil pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini konsep tersebut diterapkan untuk mengembangkan sistem penjadwalan secara tarik dan mundur (*pull & backward*). Sistem penjadwalan yang dikembangkan merupakan bagian terpenting MSC dan dirancang untuk diaplikasikan pada produksi *job shop*. Sistem penjadwalan mundur dipilih dengan tujuan meminimumkan *in-process buffer*. Kriteria pemilihan operasi oleh stasiun kerja didasarkan atas sisa waktu pengerjaan yang terbesar, sehingga secara keseluruhan selang waktu produksi (*lead time*) adalah minimum.

Masalah pemilihan operasi oleh stasiun kerja ini diperlihatkan pada Gambar 2. Tanda panah ke arah kiri memperlihatkan bahwa penjadwalan dilakukan mundur. Pada gambar bagian atas, part-1 telah dijadwalkan untuk dikerjakan pada stasiun kerja yang dibahas. Berikutnya stasiun kerja ini dapat mengerjakan salah satu, part-1 untuk operasi P1-2, atau part-2 untuk operasi P2-2. Dalam hal ini stasiun kerja akan melakukan pengambilan keputusan untuk menentukan operasi mana yang akan dikerjakan. Stasiun kerja akan menanyakan kepada masing-masing part sisa durasi waktu keseluruhan bila alternatif operasi tersebut dikerjakan. Stasiun kerja akan memilih operasi berdasarkan sisa durasi waktu pengerjaan keseluruhan yang terpanjang. Pada contoh ini, stasiun kerja menjadwalkan operasi P2-2 (part-2), dengan alasan P2-3 lebih panjang daripada P1-3. Pada contoh ini P1-3 dan P2-3 dianggap sebagai dua operasi yang dikerjakan pada stasiun kerja yang berbeda sehingga penjadwalannya tidak harus dilakukan secara berurutan.

Diterapkannya algoritma seperti tersebut di atas pada



Gambar 2 Algoritma pemilihan operasi oleh stasiun kerja

stasiun kerja memungkinkan diperolehnya *lead time* produksi tersingkat seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 bagian bawah. Hal ini dapat diartikan sebagai optimasi pada peningkatan penggunaan peralatan produksinya.

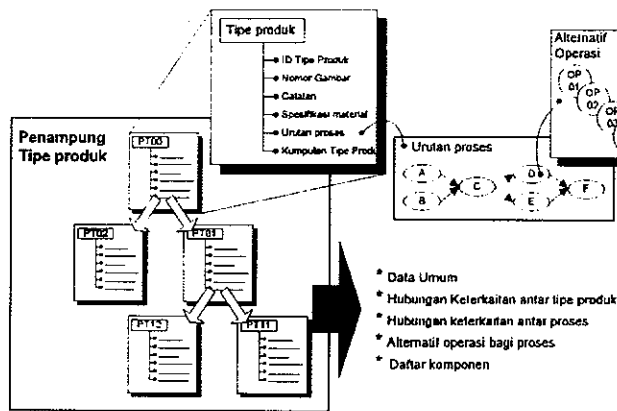
Perlu diketahui bahwa pada konsep SPTM, kegiatan penjadwalan operasi di atas tidak hanya dilakukan oleh stasiun kerja saja, melainkan oleh keduanya produk/part dan stasiun kerja. Dalam hal ini pengambilan keputusan yang sesuai adalah yang dilakukan oleh part-2 dan stasiun kerja, sedangkan pengambilan keputusan oleh part-1 pada perubahan keadaan ini ditolak. Pada perubahan keadaan berikutnya, pengambilan keputusan yang sesuai adalah yang dilakukan oleh part-1 dan stasiun kerja, keduanya mengusulkan untuk penjadwalan operasi P1-2, sedangkan pengambilan keputusan oleh part-2 ditolak.

Dalam konsep SPTM, data yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dimiliki secara lokal oleh masing-masing entiti yang terlibat, misalnya produk dan mesin. Dengan distribusi data seperti itu, maka setiap entiti yang terlibat dalam sistem penjadwalan dapat mengambil keputusan secara mandiri. Walaupun demikian keadaan harus tetap harmonis, artinya konflik yang mungkin terjadi harus dapat ditangani dengan metoda koordinasi. Metoda koordinasi berpedoman pada penghapusan konflik dan menyetujui kesesuaian. Contoh konflik adalah apabila dua produk yang berbeda memilih satu stasiun kerja yang sama atau sebaliknya. Sedangkan kesesuaian adalah apabila suatu produk memilih stasiun kerja tertentu sebaliknya stasiun kerja tersebut juga memilih produk yang sama. Solusi pada setiap perubahan keadaan dilakukan secara iteratif, sehingga pada iterasi terakhir sudah tidak terjadi konflik dan kesesuaian dapat dilaksanakan.

4. PEMODELAN PRODUK

Guna mendukung konsep SPTM, perlu dilakukan pemodelan elemen produksi. Salah satu elemen produksi yang memiliki informasi produksi paling kompleks adalah produk. Pada makalah ini pembahasan hanya dibatasi pada pemodelan produk. Pemodelan dilakukan menggunakan metoda pemodelan berorientasi obyek.

Model produk dirancang untuk dapat mendefinisikan produk sederhana berupa part tunggal, rakitan, rakitan akhir/produk. Produk, rakitan maupun part pada pemodelannya diperlakukan setara dan dimodelkan sebagai obyek tipe produk. Setiap tipe produk memiliki informasi jenis dan sub tipe produk lain yang menjadi komponennya. Tipe produk yang tidak memiliki sub tipe produk disebut sebagai part tunggal, yang masih memiliki disebut rakitan, dan yang merupakan rakitan akhir disebut produk. Model tipe produk tersebut diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Model tipe produk

Di dalam setiap tipe produk terkandung informasi proses. Setiap proses dapat berdiri sendiri atau memiliki keterkaitan (*preference relation*) dengan proses lainnya. Jenis keterkaitan proses yang dapat dimodelkan adalah: proses berurutan/seri, proses paralel, proses sebelum jumlah banyak, dan proses sesudah jumlah banyak. Keterkaitan antar proses, pada Gambar 3 digambarkan sebagai tanda panah yang menghubungkan kedua proses. Tanda panah tersebut menyatakan bahwa proses yang ditunjuk baru dapat dikerjakan setelah proses yang mendahuluinya selesai dikerjakan.

Informasi proses dikelompokkan berdasarkan tipe proses. Setiap mesin produksi mempunyai informasi tentang tipe proses yang dapat dilakukan. Dengan demikian untuk setiap proses akan dapat diketahui mesin mana saja yang dapat melakukan proses tersebut. Kemungkinan tersebut didefinisikan sebagai alternatif operasi. Pada ADiMS, alternatif operasi dapat dibuat secara otomatis, tetapi durasi operasi tersebut masih harus diisi oleh ahli proses yang merancang proses tersebut.

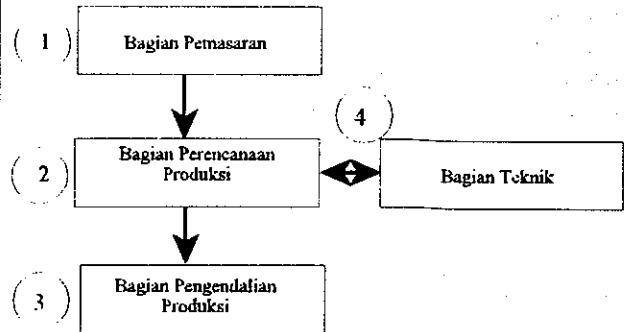
Informasi tipe material juga dimiliki oleh tipe produk. Tipe material dibedakan atas bahan (*raw material*), komponen industri, dan elemen mesin standar. Dengan demikian kebutuhan material untuk suatu produk akan menjadi transparan. Apabila produk telah dijadwalkan proses produksinya, informasi kebutuhan material akan dapat diperoleh baik kuantitas maupun waktu diperlukannya.

Dengan penjelasan di atas dapat dimengerti bahwa model produk memiliki informasi yang penting untuk keperluan penjadwalan operasi produksi.

5. STRATEGI APLIKASI DAN TEKNOLOGI

Aplikasi ADiMS Secara Minimum dan Contoh Pengembangannya

ADiMS dapat diimplementasikan pada struktur organisasi generik seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4. Pada tingkatan pemasaran digunakan modul Sistem Manajemen Order. Bagian tersebut bertugas



Gambar 4 Aplikasi minimum ADiMS

memasukkan informasi order yang diterima ke dalam sistem. Order tersebut kemudian dianalisis oleh bagian Perencanaan Produksi/PPC (*Production Planning & Control*) untuk menentukan apakah sudah terdapat data tipe part yang sama/mirip dengan order tersebut. Jika belum maka bagian PPC akan minta bantuan ke bagian teknik untuk merancang proses dan tipe part sesuai dengan data yang diterima bersama order. Jika datanya sudah ada, maka bagian PPC akan membuat informasi entiti produk yang akan diproduksi berdasarkan informasi dari order dan tipe part.

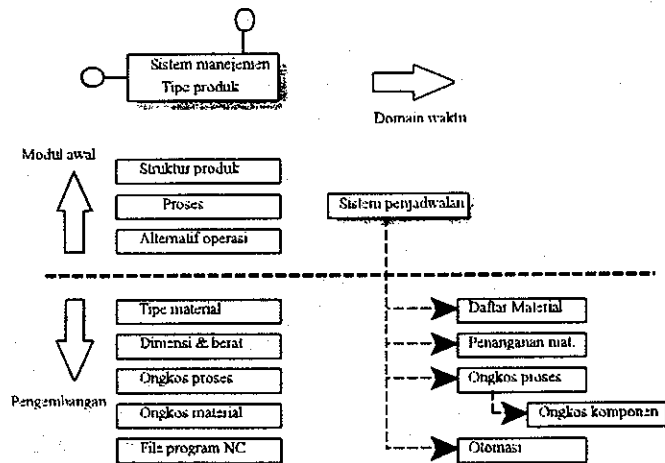
Setelah entiti produk dibuat, bagian PPC dapat mensimulasi dengan memasukkan entiti produk tersebut pada jadwal sebenarnya yang sudah ada. Hasil terbaik simulasi dapat disahkan menjadi jadwal baru. Dari simulasi juga dapat dilihat apakah kapasitas pabrik masih mampu menerima order baru dengan *due date* seperti yang dikehendaki. Simulasi untuk melihat kemampuan pabrik dalam menerima order baru juga dapat dilakukan oleh bagian pemasaran, sebelum order tersebut dipastikan diterima.

Bagian pengendalian produksi dapat melihat secara keseluruhan jadwal utama yang ada. Dengan modul Sistem Penanganan Pekerjaan, bagian tersebut dapat secara diskrit memberikan perintah produksi. Kemajuan atas pekerjaan juga dapat diperbarui secara periodik dan dimasukkan ke dalam sistem pemantauan pekerjaan.

Pertukaran data antar bagian di dalam sistem dapat berlangsung secara *online* dan terdistribusi dengan menggunakan jaringan komputer.

Contoh skema pengembangan ADiMS diperlihatkan pada Gambar 5. Gambar tersebut memperlihatkan salah satu kemungkinan pengembangan modul tipe produk. Modul ini berisi informasi tentang struktur produk, proses, dan alternatif operasi, untuk mendukung fungsi utama yaitu sistem penjadwalan. Pada pengembangannya informasi tambahan dapat diberikan antara lain mengenai jenis material, dimensi dan berat, ongkos produksi, ongkos

material, dan atau file program NC. Dengan hanya menambahkan informasi tersebut pada modul ini, diharapkan fungsi-fungsi lain dapat diperoleh, diantaranya sistem untuk menerbitkan daftarkeperluan material, fungsi penanganan material, fungsi penghitungan ongkos produksi, dan fungsi penanganan program NC.

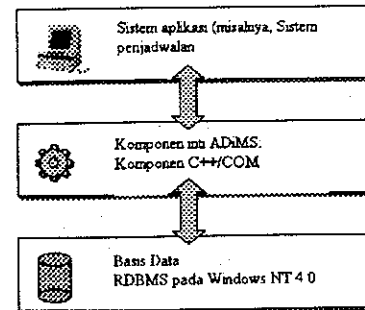


Gambar 5 Pengembangan modul tipe part

Pada prinsipnya pengembangan ADiMS untuk mendapatkan fungsi aplikasi yang lebih luas dapat dilakukan dengan dua cara, pertama mengembangkan modul-modul yang sudah ada dengan menambahkan informasi sesuai kebutuhan, kedua membuat modul baru kemudian merangkainya dengan MSC. Pemilihan cara mana yang harus ditempuh pertimbangannya adalah berdasarkan tambahan fungsi yang diinginkan dan model yang ada di MSC. Misalnya kalau diinginkan penambahan fungsi aplikasi untuk perawatan mesin, maka yang sebaiknya dilakukan adalah mengembangkan modul Sistem Pengelola Fasilitas Produksi yang sudah ada.

Platform dan Teknologi Perangkat Lunak

ADiMS dipersiapkan untuk pemakaian di industri baik kecil, menengah, maupun besar. Berdasarkan sasaran ini maka diperkirakan dalam aplikasinya nanti ADiMS selain harus dapat dikembangkan secara khusus untuk kebutuhan pengguna, harus dipersiapkan pula pemakaian data bersama dengan aplikasi lain yang mungkin sudah dimiliki oleh pengguna. Berdasarkan alasan tersebut ADiMS dibangun bertingkat seperti pada gambar 6 atas dasar konsep *three tier application*. ADiMS dijalankan dalam sistem Windows 95/98 atau NT workstation. Sedangkan layanan data yang digunakan adalah basis data relasional (seperti Sybase, Microsoft SQL, Oracle). Server basis data dijalankan pada Windows NT 4.0 Server. Komunikasi dengan klien dapat menggunakan protokol NetBUI ataupun TCP/IP.



Gambar 6 Platform dan teknologi

Konsep ADiMS dikembangkan dalam program dengan metoda pemrograman berorientasi obyek dengan mengadopsi teknologi terbaru COM/DCOM. Kompiler yang digunakan adalah C++. ADiMS dirancang untuk dapat digunakan oleh banyak pemakai dengan kewenangannya masing-masing. Interaksi antara pengguna dengan sistem dirancang dengan sangat interaktif. Selain menggunakan obyek-obyek window standar, juga banyak digunakan tampilan grafis dengan teknologi GDI (*Graphic Device Interface*). Obyek-obyek GDI yang merepresentasikan data dibuat sebagai obyek yang aktif, sehingga lebih manusiawi. Layanan pada pemakai ADiMS adalah berbasis internet. Terdapat dua jenis layanan yang sedang disiapkan yaitu:

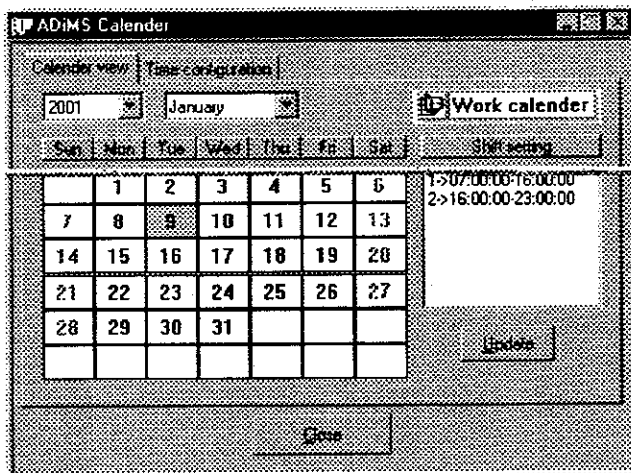
Layanan yang bersifat dukungan atau pemeliharaan atas produk yang telah dipakai, meliputi dokumentasi teknis, *trouble shooting*, dan *upgrade*. Jenis layanan ini menggunakan fasilitas World Wide Web (WWW) dan FTP (*File transfer protocol*).

ADiMS-NET, yaitu suatu layanan internet berbasis WWW dan Email Service (Mailing List) yang dapat digunakan oleh para pengguna ADiMS System untuk bertukar informasi, promosi produk/jasa dan membentuk jaringan kerja sama. ADiMS-NET dilengkapi dengan sistem basis data yang berisi tipe-tipe produk proyek, contoh, dan tipe-tipe produk yang datanya merupakan sumbangan suka rela dari peserta ADiMS-NET yang dapat dipakai bersama.

6. TAMPILAN PERANGKAT LUNAK

Kalender

Gambar 7 memperlihatkan tampilan kalender. Kalender perusahaan selain memuat informasi kalender umum juga memuat informasi khusus yang diperlukan bagi kegiatan produksi. Informasi yang diperlukan bagi kegiatan produksi diantaranya adalah, jam kerja umum (jumlah shift kerja per hari, waktu bagi setiap shift kerja, jam-jam istirahat), dan jam kerja per hari. Melalui fasilitas penentuan jam kerja umum, pengesetan dapat berlaku



Gambar 7 Kalender

umum, misalnya didefinisikan hari Senin sampai dengan Jum'at jumlah shift kerja adalah dua shift per hari sedangkan pada hari Sabtu satu shift. Definisi ini dapat diubah selain secara umum adalah melalui fasilitas penentuan jam kerja per hari. Misalnya tanggal 10 Desember 1998, shift pertama mulai jam 09:00 (biasanya jam 08:00). Kalender juga mempunyai kemampuan untuk menghitung waktu.

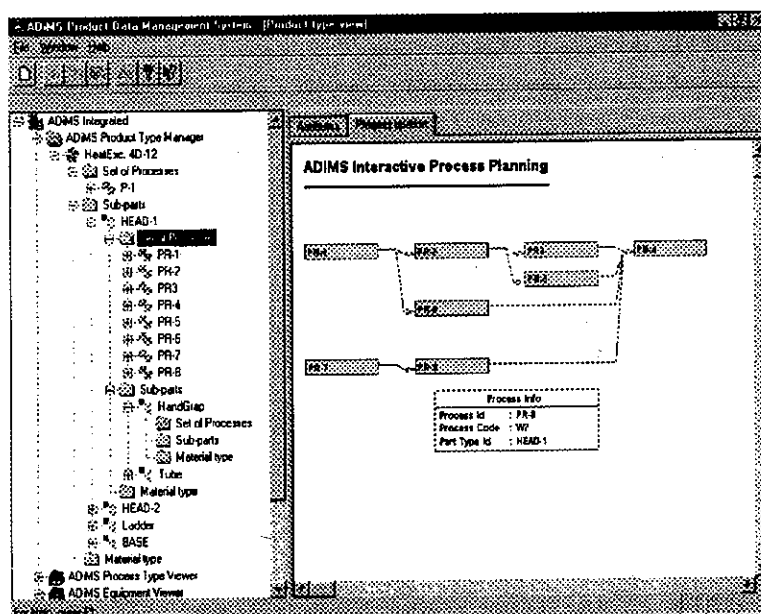
Manajemen Data Peralatan Produksi

Gambar 8 memperlihatkan tampilan sistem pengelola fasilitas produksi. Obyek ini berfungsi untuk menangani semua informasi yang berhubungan dengan peralatan produksi meliputi informasi teknik dan administratif. Penanganan informasi dilakukan melalui tampilan yang dimiliki obyek. Salah satu informasi teknik yang penting adalah jenis-jenis

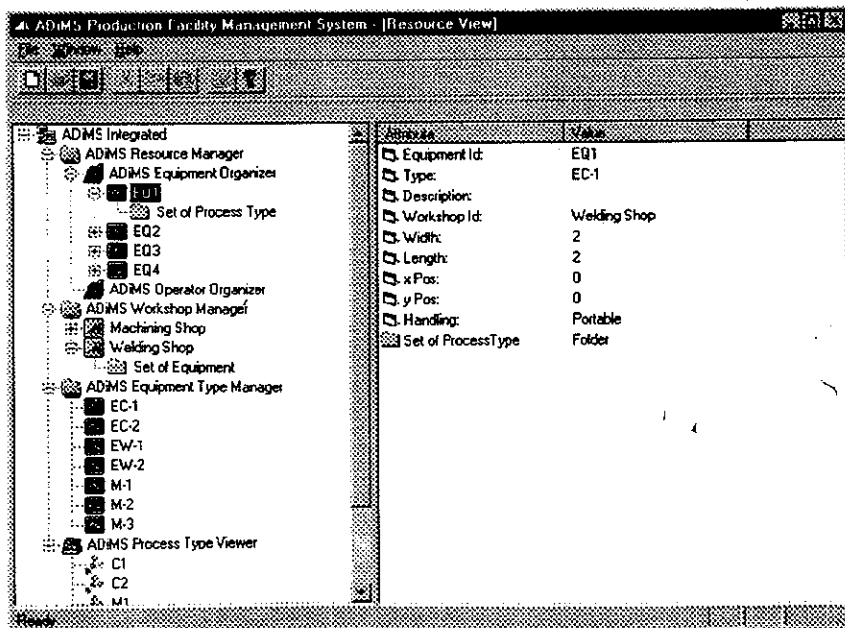
proses yang mampu dikerjakan oleh suatu peralatan produksi. Untuk itu dalam lingkungan penerapannya perlu dilakukan standarisasi tentang istilah proses-proses produksi dan kodifikasinya. Penambahan/penginstalan peralatan produksi baru maupun penghapusan peralatan yang ada dapat dilakukan dengan mudah.

Manajemen Data Produk

Gambar 9 memperlihatkan tampilan sistem manajemen produk. Melalui obyek ini dapat dilakukan pemodelan produk dan pengelolaan datanya. Pemodelan produk meliputi pembuatan obyek tipe produk (apabila belum ada), dan menghubungkan obyek tersebut dengan informasi order. Pembuatan obyek tipe produk meliputi kegiatan pemodelan struktur rakitan produk, pemodelan urutan proses bagi setiap part atau rakitan, dan penentuan durasi alternatif operasi bagi setiap proses yang ada.



Gambar 9 Sistem manajemen produk



Gambar 8 Sistem pengelola fasilitas produksi

Tampilan lainnya seperti, *gantti chart*, dan pengelolaan order diperlihatkan pada gambar 10 dan 11 di bagian akhir makalah ini.

7. PENUTUP

Perangkat lunak ADiMS dirancang sebagai perangkat lunak inti sistem produksi yang secara minimum dapat mengintegrasikan penanganan order, perencanaan produksi (penjadwalan) dengan pengendalian produksi, dan dapat terus dikembangkan secara bertahap.

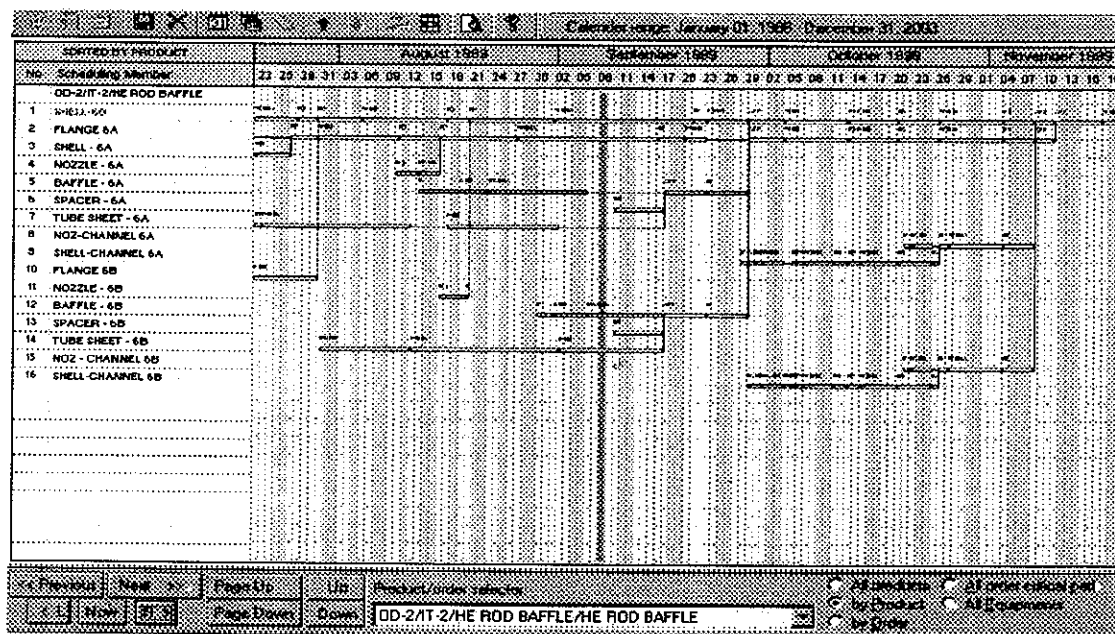
Perangkat lunak ADiMS dirancang untuk membantu sistem produksi maju

yang ingin menerapkan pemakaian komputer bagi pengelolaan produksinya. Walaupun ADiMS sudah dapat digunakan untuk mengelola produksi secara minimum, tetapi untuk keperluan setiap pengguna yang berbeda dalam penerapannya diperlukan pengembangan khusus yang disesuaikan dengan variasi kebutuhan tersebut.

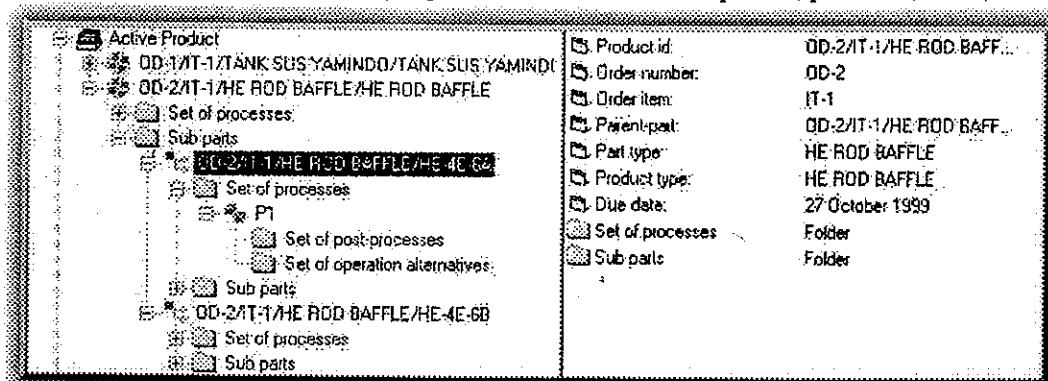
Saat ini ADiMS belum dapat langsung dihubungkan dengan perangkat lunak bantu desain produk, tetapi diharapkan dengan penelitian-penelitian yang masih terus dilakukan, dimasa mendatang hal itu akan dapat dilaksanakan.

8. DAFTAR PUSTAKA

1. Yatna Yuwana Martawirya, Diktat Kuliah Sistem Produksi Modul 1: Pengenalan Sistem Produksi, Jurusan Teknik Mesin ITB, (1998)
2. Yatna Yuwana Martawirya, Rochmad Setyadi, Eka Lovyan, Elementary Study on Autonomous Cell Controller System Based on Autonomous Distributed Manufacturing System (ADiMS), Proceeding Seminar CAD/CAM '97, Bandung, (1997)
3. Yatna Yuwana Martawirya, Muljowidodo, Soleh, Development of Cell Controller for Vertical Transportation Equipment for Three Floors at Steady State Condition, Proceedings of The Ninth International Pacific Conference on Automotive Engineering, Denpasar, (1997)
4. Yatna Yuwana Martawirya, Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (Metoda Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Produksi), Seminar & Pameran CAD/CAM 94, Bandung, (1994)
5. Yatna Yuwana Martawirya, Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri: untuk Peningkatan Fleksibilitas Produksi, Seminar SISTEM PRODUKSI III, Bandung, (1994)



Gambar 10 Obyek tampilan *Gantt-chart* bersifat aktif, informasi detail yang tersembunyi dapat ditampilkan. Sorting dapat dilakukan berdasarkan produk, peralatan, order, atau part.



Gambar 11 Pengelolaan order dapat dilakukan dengan mudah, order yang diaktifkan untuk penjadwalan dapat dipilih. Kedatangan order setiap saat dapat ditangani secara langsung, sehingga pengelolaan sistem produksi *job shop* tidak terasa rumit.