
6

PEMILIHAN TEKNOLOGI

Teknologi telah menjadi faktor dominan dalam bisnis dan kehidupan kita. Kemajuan teknologi menentukan jalannya masyarakat dan tampaknya tidak ada pilihan lain. Tetapi manusia juga sadari bahwa mereka memiliki pilihan teknologi. Hal ini telah digambarkan secara dramatis oleh keputusan untuk tidak memproduksi kapal terbang angkutan supersonik.

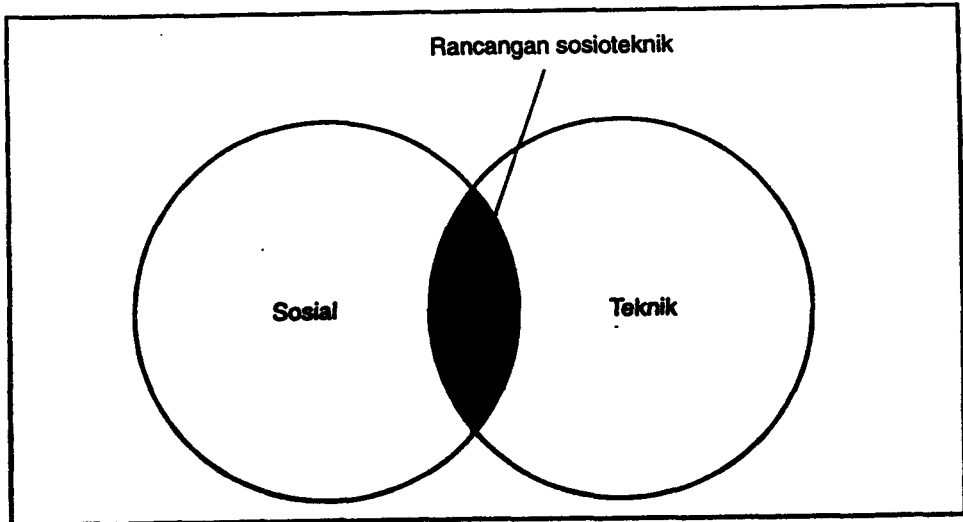
Peter Drucker menyatakan bahwa kita sebenarnya pilihan dan harus belajar menjadi manajer yang agresif terhadap teknologi dengan memilih teknologi tertentu serta menolak teknologi yang lainnya. Ia menunjukkan bahwa kelangsungan hidup di planet ini menuntut keputusan teknologi yang cerdas; kita tidak perlu menerapkan setiap kemajuan teknologi baru tanpa memperhatikan pengaruh negatifnya terhadap manusia serta lingkungannya. Kemajuan teknologi mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap manajemen operasi. Sebagai manajer operasi, kita dituntut tidak hanya menjadi "pemakai teknologi"; tetapi lebih menjadi "manajer teknologi".

Ada dua definisi teknologi. Pertama, teknologi adalah penerapan ilmu pengetahuan untuk memecahkan masalah manusia. Definisi ini sangat luas dan mencakup hampir seluruh kegiatan manusia. Definisi teknologi yang lebih sempit, dan akan digunakan dalam pembahasan selanjutnya adalah teknologi merupakan sekumpulan proses, peralatan, metode, prosedur, dan piranti yang digunakan untuk memproduksi barang atau jasa. Definisi ini lebih mengandung arti teknologi proses dan bukan teknologi produk.

Keputusan-keputusan seleksi proses berkaitan dengan pemilihan teknologi. Satu keputusan tidak selalu harus mendahului keputusan yang lain karena di dalam praktek kedua keputusan tersebut sering dibuat secara bersamaan. Sebagai contoh, aliran lini tidak mengharuskan proses konversi mesin otomatis yang tinggi, walaupun banyak sekali otomatisasi sering digunakan. Kita dapat memilih untuk menggunakan aliran lini padat karya (*labor-intensive line flow*) tetapi masih tetap menghasilkan efisiensi yang besar lebih dari aliran intermitten. Demikian juga, proses intermitten dapat menggunakan suatu rangkaian otomatisasi mulai dari yang sangat rendah sampai yang sangat tinggi. Jadi, tingkat teknologi, atau tingkat otomatisasi, merupakan keputusan yang berbeda dengan keputusan jenis proses yang digunakan.

Pemilihan teknologi mempunyai dampak yang sangat besar terhadap semua bagian operasi, terutama dalam rancangan pekerjaan. Pada masalah, dianggap bahwa rancangan pekerjaan mengikuti pemilihan teknologi. Dengan perkataan lain, pekerjaan ditentukan oleh teknologi; hal ini disebut dengan determinisme teknologi. Akan tetapi sekarang banyak orang melihat bahwa rancangan pekerjaan dan pemilihan teknologi merupakan keputusan yang serentak yang menghasilkan

rancangan sosioteknis (*Sociatechnical design*). Menurut pandangan ini, sistem teknis dipadukan dalam suatu rancangan sosioteknis secara optimum, seperti yang diperlihatkan pada gambar 6.1. Hasilnya tidak hanya sistem biaya yang paling efisien tetapi juga mempertimbangkan nilai-nilai manusia dan sosial.



Gambar 6.1. Rancangan sistem sosioteknik.

Selain pekerjaan, pemilihan teknologi juga mempengaruhi seluruh aspek operasi lainnya, termasuk produktivitas dan kualitas produk. Produktivitas dipengaruhi oleh substitusi masukan modal (*capital input*) untuk tenaga kerja (laba) Kualitas dipengaruhi karena sistem teknologi tinggi seringkali memiliki keluaran yang lebih serangan daripada sistem teknologi rendah. Keputusan teknologi juga mempengaruhi strategi perusahaan dengan keterikatannya pada proses, peralatan, fasilitas dan prosedur. Jadi keputusan teknologi bukan merupakan keputusan yang terpisah; tetapi mempengaruhi seluruh bagian operasi dan bisnis.

Pada bagian pertama bab ini, peranan manajer dan masyarakat dalam pemilihan teknologi akan dibahas terlebih dahulu. Bagian ini terutama membahas yang berkenaan dengan pertanyaan tentang siapa yang mempengaruhi teknologi proses suatu perusahaan. Bagian kedua menguraikan secara ringkas beberapa teknologi yang baru muncul, dengan penekanan pada pabrik masa depan, otomatisasi perkantoran, dan industri-industri jasa. Bab ini diakhiri dengan pembahasan tentang keputusan teknologi itu sendiri dan masalah pemilihan teknologi.

TEKNOLOGI DAN MANAJER

Apa yang seharusnya manajer ketahui tentang teknologi? Bagaimanapun, bukankah masalah pemilihan teknologi adalah urusan para ilmuwan dan rekayasawan? Dengan cara apa seorang manajer dapat diharapkan menguasai masalah teknologi sementara para teknolog mencurahkan seluruh waktunya untuk mempelajarinya? Ini merupakan pertanyaan yang penting, yang menerminkan ketakutan bagi para manajer tentang teknologi.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita semua dihadapkan dengan masalah mengambil keputusan pemilihan teknologi. Kita membeli TV berwarna, oven microwave, dan mobil, kesemuanya ini menggunakan teknologi yang rumit. Dalam mengambil keputusan sehari-hari ini, kita memusatkan perhatian pada ciri-ciri penampilan teknologi tersebut, bukan pada rincian rekayasannya atau teknisnya. Pada saat kita membeli sebuah TV berwarna, kita tertarik dengan ciri-ciri penampilan seperti kejelasan gambar, pemakaian energi listrik, dan harganya. Kita terutama sekali tidak tertarik pada jumlah tingkatan frekuensi rudice atau tegangan listrik dari tabung gambar. Pada saat kita membeli sebuah mobil, kita tertarik dengan penanganan kualitasnya, pemakaian bahan bakar, dan kemungkinan biaya perbaikan pada masa mendatang. Kita tidak begitu tertarik dengan putaran mesin permenit atau rasio perbedaan awal-akhir. Dengan cara yang sama, seorang manajer harus memperhatikan ciri-ciri penampilan suatu teknologi, bukan rincian teknisnya.

Keputusan pemilihan teknologi sangat penting dan menuntut perhatian manajerial. Akhirnya, keputusan-keputusan ini, tidak bersifat teknis. Teknologi hanya sebuah komponen keputusan yang mencakup ilmu ekonomi, strategi, produk, dan seluruh aspek tanggung jawab manajemen. Oleh karena itu, para manajer hendaknya berusaha mengerti secukupnya tentang teknologi untuk dapat memadukan pengetahuan teknisnya dengan faktor-faktor manajemen yang terlibat.

TEKNOLOGI DAN MASYARAKAT

Pemilihan teknologi tidak pernah murni dalam kaitannya dengan masyarakat dan tenaga kerja. Teknologi membuat asumsi yang jelas tentang nilai kemanusiaan untuk keluaran bahan, kualitas hidup pekerja, dan sebagainya. Dewasa ini, manusia semakin kuatir tentang pengaruh teknologi pada masyarakat, sehingga sebagian dari nilai-nilai ini mulai dipertanyakan.

Beberapa tahun yang lalu, para sosiolog dan ekonomi mulai memper-timbangkan "teknologi yang tepat", atau gagasan bahwa "kecil itu indah" (*small is beautiful*).

Menurut pemikiran ini, teknologi modern telah melangkah terlalu jauh dipandang dari segi efisiensi dan mekanisasi, sampai nilai-nilai kemanusiaan dan lingkungan telah dikorbankan. Pengaruh ini tercermin pada kepuasan kerja yang rendah, kehilangan gairah bekerja, kemangkiran, polusi lingkungan dan penyakit sosial lainnya. Menurut pemikiran ini, cara untuk memecahkan masalah ini adalah memilih teknologi yang lebih tepat, yakni bentuk teknologi yang lebih rendah dengan pengaruh sosial dan lingkungan yang lebih kecil. Para penulis tentang teknologi yang tepat tidak menyarankan untuk kembali ke industri rakyat melainkan memilih bentuk teknologi menengah, antara bentuk yang paling tinggi dan bentuk yang paling rendah. Beberapa bentuk produksi masal mungkin tetap dipertahankan, tetapi keputusan teknologi akan selalu diambil dengan memperhatikan akibat lingkungan dan sosialnya maupun pengaruh ekonominya.

Penganjur paling terkenal dari pemikiran ini adalah E.F. Schumacher, penulis buku "Small is Beautiful": salah satu kesalahan yang paling fatal dalam jaman kita adalah keyakinan bahwa "Masalah produksi" telah terpecahkan. Keyakinan ini tidak hanya dipegang dengan sungguh-sungguh oleh mereka yang jauh dari produksi dan karena itu secara profesional tidak kenal dengan fakta - Ini juga dipegang dengan sebenarnya oleh seluruh pakar, pemimpin industri, para menteri keuangan negara, ekonomi akademik dan non-akademik, dan juga para jurnalis ekonomi. Mungkin mereka tidak setuju akan banyak hal tetapi mereka semua setuju bahwa masalah produksi telah terpecahkan; pada akhirnya amat manusia muncul pada jamannya. Untuk negara-negara kaya, mereka mengatakan, tugas yang terpenting sekarang adalah "pendidikan untuk bersantai" dan, untuk negara-negara miskin, "alih teknologi".

Khayalan tentang kekuasaan tanpa batas, yang diberikan oleh kemajuan ilmu dan teknologi yang menakjubkan, telah menimbulkan khayalan yang bersamaan bahwa masalah produksi telah terpecahkan. Khayalan yang disebut terakhir ini didasarkan atas ketidakmampuan membedakan antara pendapatan dan modal, dimana perbedaan ini justru yang paling penting setiap ekonomi dan manajer sudah terbiasa dengan perbedaan tersebut serta menerapkannya dengan hati-hati dan dengan cara yang sangat halus terhadap semua kejadian ekonomi, kecuali jika masalahnya benar-benar demikian: contohnya, modal yang tidak dapat di ganti, kita tidak bisa membuatnya, tetapi mudah menemukannya, dan tanpa itu kita tidak bisa berbuat apa-apa.

Para manajer tidak menganggap suatu perusahaan telah memecahkan masalah produksinya dan telah mencapai kelangsungan hidup jika ia melihat bahwa perusahaan tersebut cepat menghabiskan modalnya. Kalau demikian, bagaimana kita bisa mengabaikan fakta yang terpenting ini apabila hal itu terjadi pada perusahaan yang sangat besar, yakni perekonomian dunia, dan terutama perekonomian penduduknya.

Salah satu alasan mengabaikan fakta terpenting ini ialah bahwa kita menghindari kenyataan dan cenderung memperlakukan setiap hal yang tidak kita buat sendiri sebagai tidak bernilai.

Schumacher menunjukkan bahwa sistem perekonomian tidak mempertimbangkan dengan tepat biaya penghabisan sumber daya alam yang tidak dapat diganti. Masukan dianggap sebagai barang bebas. Yang dianggap biaya hanyalah biaya yang dikeluarkan untuk mengambilnya dari bumi. Lebih lanjut, biaya polusi dan ketidakpuasan manusia terhadap pekerjaan tidak diperhitungkan di dalam sistem perekonomian kita. Schumacher percaya bahwa hasilnya adalah teknologi yang semakin lama semakin besar dan menghabiskan dengan cepat sumber daya alam.

Pemecahan masalah ini seperti yang dianjurkan oleh Schumacher dan yang lainnya ialah menerapkan teknologi yang tepat. Wakefield dan Stafford (1977) menggambarkan teknologi yang tepat sebagai teknologi yang menggunakan bauran antara teknologi tinggi, menengah dan rendah yang sepadan dengan kebutuhan lingkungan dan manusia dari masyarakat.

Jelaslah bahwa perubahan teknologi tidak akan terjadi secara mudah dan cepat atau tanpa pengaruh sosial dan politik yang terpenting tentang pemikiran teknologi yang tepat adalah realisasi bahwa para manajer benar-benar mempunyai pilihan. Kita bisa menjadi manajer atas teknologi. Kita harus mempertanyakan secara sungguh-sungguh apakah bentuk paling tinggi dari teknologi adalah yang terbaik dan apakah ilmu ekonomi tradisional mencerminkan secara tepat sistem nilai dewasa ini. Seseorang tidak dapat memilih teknologi tanpa memahami berbagai teknologi yang tersedia.

PABRIK MASA DEPAN

Istilah "pabrik masa depan" kini mendapat banyak perhatian dari kalangan jurnalis. Konsep populer adalah bahwa pabrik masa depan akan dipenuhi oleh robot, yaitu apa yang disebut pekerja berkerah baja, dan akan menghasilkan

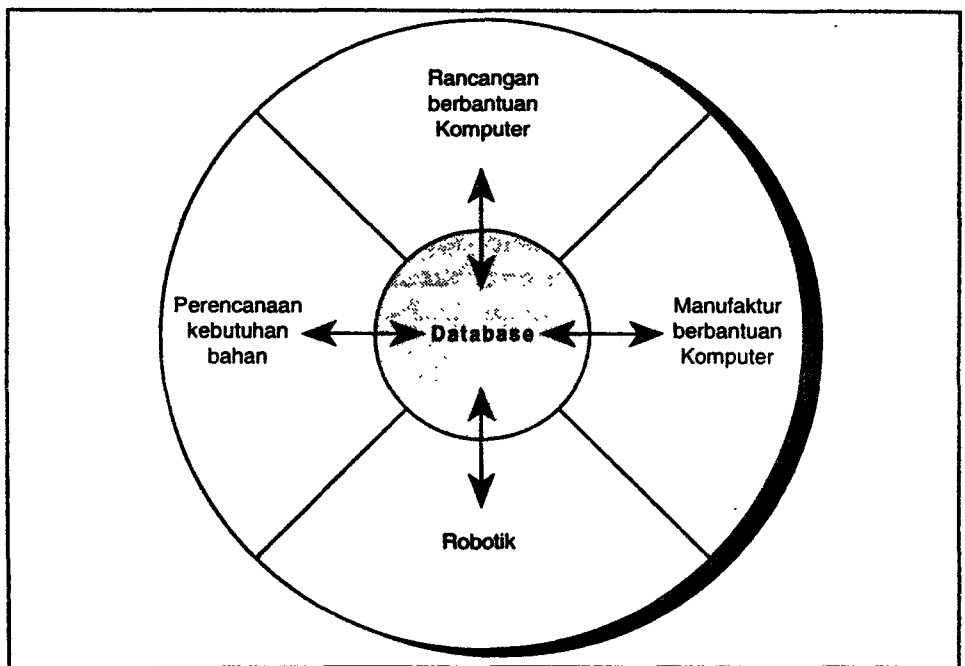
tanpa tenaga manusia. Sekarang dari beberapa pabrik “tanpa manusia” ini sudah ada, dan lebih banyak lagi akan dibangun pada masa yang akan datang. Akan tetapi, fokus dari pabrik masa depan bukan lagi otomatisasi dan lebih sedikit manusia, melainkan berbagai jenis otomatisasi yang berbeda yang dikelola di sekitar komputer untuk merancang produk, mengendalikan mesin, menangani bahan, dan mengendalikan proses produksi secara terpadu. Komputerisasi dan keterpaduan berbagai proses yang terpisah dan fungsi melalui basis data komputer terpusat adalah merupakan kuncinya. Konsep pabrik masa depan ini juga disebut manufaktur komputer-terpadu (*Computer-integrated manufacturing/CIM*).

Baru-baru ini, IBM mendirikan sebuah pabrik CIM di Australia, Texas, untuk memproduksi komputer lap-top portable. Ini merupakan komputer pertama yang secara keseluruhan dibuat dengan robot. Pabrik masa depan, atau CIM, memiliki elemen-elemen berikut yang dipadukan melalui basis data komputer. Rancangan-berbantuan-komputer (*Computer-assisted design/CAD*), manufaktur-berbantuan-komputer (*Computer-aided manufacturing/CAN*), Robotik, dan perencanaan kebutuhan bahan (*material-requirements planning/MRP*). Elemen-elemen ini adalah dasar bagi perancangan produk dan pembuatannya mulai dari awal terus ke produksi sampai ke distribusi.

RANCANGAN-BERBANTUAN-KOMPUTER

Rancangan-Berbantuan-Komputer adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan dukungan komputer dalam fungsi rancangan rekayasa. Pada pertengahan tahun 1960-an, general motors dan IBM mulai memasukkan gambar rekayasa (cetak-biru) ke dalam media penyimpanan komputer, sehingga gambar rekayasa tersebut dapat dengan mudah diperbarui dan diubah. Masukan awal gambar dilakukan melalui sebuah terminal komputer atau dengan menggunakan tabel gambar khusus yang memungkinkan rekayasawan menggambar rancangan produk pada layar komputer. Geometri dari komponen yang sedang dirancang disimpan dalam basis data komputer. Jika diinginkan, sebuah gambar dapat dicetak atau informasi rancangan elektroniknya dapat diakses langsung oleh manufaktur. Tetapi, sebagian besar fasilitas CAD dewasa ini, tidak memiliki hubungan basis data langsung ke manufaktur sebaliknya, mereka merupakan fasilitas yang berdiri sendiri yang digunakan untuk pembuatan draf secara otomatis. Meskipun demikian, CAD telah memberikan penyederhanaan perubahan perkerayaan yang sangat besar, sehingga memungkinkan para rekayasawan untuk memperbaharui produk dengan cepat.

Tetapi CAD telah melangkah lebih jauh lagi daripada sekadar pembuatan draft terotomatisasi saja. Tiga ciri tambahan diperlukan untuk sistem CAD yang lengkap: kalkulasi rancangan, klasifikasi suku cadang, dan hubungan ke manufaktur. Sekali geometri suku cadang tersimpan dalam komputer kalkulasi rancangan rekayasa dapat dibuat yang mencakup analisis tekanan, kekuatan bahan, kalkulasi panas, dan sebagainya. Hasilnya, rekayasa disederhanakan, dan masalah rancangan dapat ditemukan tanpa membuat prototipe yang mahal untuk keperluan pengujian.



Gambar 6.2. Manufaktur Komputer Terpadu

PEMILIHAN TEKNOLOGI

Klasifikasi suku cadang digunakan untuk menyandi dan menggolongkan suku cadang yang ada sehingga dapat diidentifikasi dengan mudah menurut bentuk dan fungsi. Ketika merancang suku cadang baru, perancang mungkin menemukan suku cadang yang mirip dengan yang sudah ada di dalam produksi atau suku cadang yang sudah dimodifikasi untuk melakukan fungsi baru. Menurut Gumm

(1982), "analisis telah memperlihatkan bahwa dalam banyak perusahaan hanya 20 persen suku cadang yang semula dianggap memerlukan rancangan baru; dari suku cadang yang tersisa 40 persen dapat dibangun dari rancangan yang sudah ada dan 40 persen lainnya dapat diciptakan melalui modifikasi rancangan yang sudah ada.

Akan tetapi, untuk menggolongkan suku cadang diperlukan penetapan skema penyandian sehingga suku cadang yang sudah ada dapat diidentifikasi menurut ukuran, bentuk, jenis, dan fungsi. Sebagai contoh, skema penyandian sederhana dapat berupa 14932. Digit pertama menunjukkan suku cadang tersebut berbentuk silinder; digit kedua, berat suku cadang kurang dari 4 pon; digit ketiga, dimensi maksimum dari suku cadang; digit keempat, jenis bahan; dan seterusnya. Jika skema ini digunakan, suku cadang dapat dengan mudah ditemukan dalam database.

Sebagai bagian dari proses klasifikasi, suku cadang dapat dikelompokkan ke dalam golongan dan nomor sandinya ditentukan. Ini merupakan tugas besar karena perusahaan tertentu mungkin mempunyai 50.000 suku cadang terpisah dan banyak diantaranya tidak mempunyai nama yang standard. Sebagai contoh, bant skrup, skrup mesin, atau skrup tutup. Perusahaan mungkin menggunakan bant dalam banyak ukuran dan bentuk konfigurasi yang mirip, masing-masing hanya memiliki perbedaan kecil. Hal ini terjadi bila produk dirancang secara terpisah tanpa memperhatikan suku cadang yang telah digunakan, oleh karena itu, klasifikasi suku cadang harus dapat menghilangkan suku cadang yang tidak perlu dan menghasilkan skema agar suku cadang lainnya dapat diidentifikasi dengan cepat.

Elemen terakhir CAD adalah hubungan dengan manufaktur. Langkah pertama dalam membuat produk, setelah rancangan fisiknya selesai, adalah merancang proses manufaktur. Ini memerlukan pemilihan jenis mesin yang cocok dan perancangan peralatan yang digunakan untuk mempermudah pembuatan produk tersebut. Langkah-langkah rancangan ini dipermudah jika spesifikasi dan geometri produk telah tersedia di dalam database komputer. Efisiensi proses mesin yang berbeda dapat disimulasikan, dan peralatan dapat dicocokkan dengan bentuk produk supaya tidak berbelit-belit, disarankan bahwa berbagai langkah manufaktur disimulasikan sebelum rancangan diselesaikan sebagai usaha yang terkoordinasi atau departemen rancangan perancangan dan manufaktur. Dalam pabrik masa depan, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan rancangan penghubung database umum dan manufaktur.

KOTAK 6.1

BOING COMMERCIAL AIRPLANE GROUP

Teknologi Rancangan-Berbantuan-Komputer (Computer-Aided-Design-CAD) dan Manufaktur-Berbantuan-Komputer (Computer Aided-Manufacturing-CAM) telah membuktikan bahwa divisi Wichita dari Boeing Commercial Airplane sangat penting. Yang menarik adalah mereka telah menemukan bahwa hanya memiliki teknologi mutakhir CAD/CAM ini tidak cukup untuk bertahan dalam dunia kompetitif yang selalu meningkat, dimana waktu pengembangan produk menurun dan biaya pengambilan keputusan yang buruk atau bahkan keputusan yang lambat meningkat. Mereka menemukan bahwa pengintegrasian proses rancangan dan manufaktur juga kritis untuk berhasil.

Di Boeing, data dibagi bersama melalui jaringan dengan bidang fungsional, seperti prekayasa, produksi, pembekalan/pengadaan, dan dukungan pelanggan. Dengan menggunakan data bersama, tim rancangan lintas-fungsional merancang dan mensimulasikan rakitan suku cadang yang akan disediakan oleh divisi mereka untuk berbagai pesawat terbang. Pendekatan lintas-fungsional memungkinkan keterampilan dari berbagai disiplin difokuskan pada rancangan dan pengembangan produk. Hasilnya adalah sangat mengesankan. Kualitas lebih baik, suku cadang lebih mudah dihasilkan, dan komponen lebih mudah dibuat. Manfaat lain meliputi waktu tunggu pengembangan produk lebih pendek, reliabilitas lebih tinggi, kemampuan pemeliharaan meningkat, dan biaya lebih efektif.

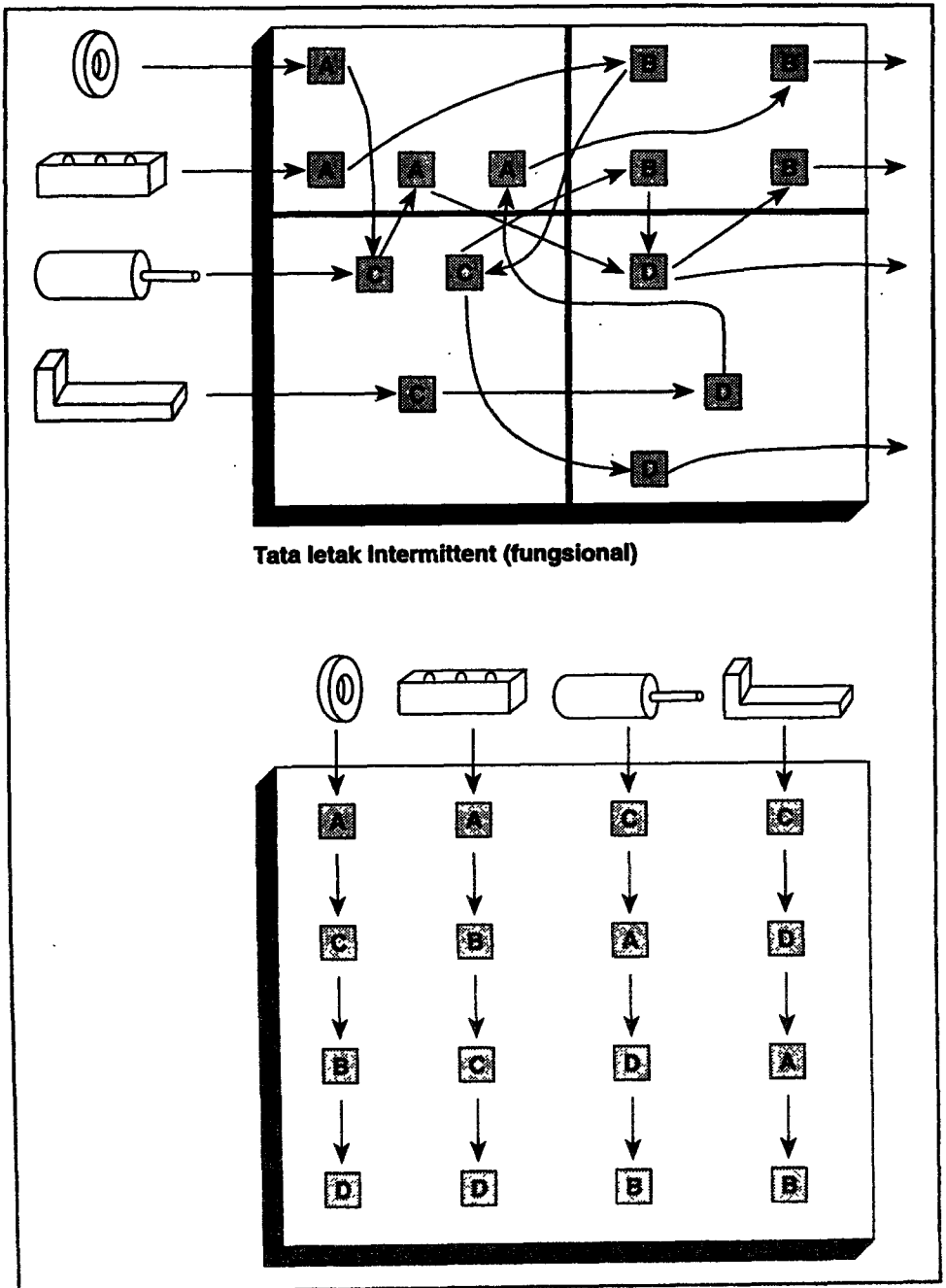
Bagaimana semua ini bisa terjadi? Teknologi komputer digunakan untuk merancang dan menciptakan (dalam komputer) tiruan elektronik dari produk nyata. Data yang mempresentasikan rancangan produk digunakan untuk berbagai tujuan. Suku cadang dapat diuji ketegannya sementara mereka ada hanya sebagai rancangan data di dalam komputer. Para perekayasawan merakit terlebih dahulu suku cadang elektronik dalam komputer untuk memastikan segala sesuatu cocok dan bekerja seperti yang dikehendaki. Kemampuan pemodelan kokoh (solid modelling) ini memberikan rancangan ulang lebih murah dalam memproduksi produk fisik yang sebenarnya. Data CAD/CAM juga dibagi bersama dengan karyawan Boeing lain yang mungkin membutuhkan informasi tepat tentang produk atau suku cadang. Akses langsung ke database rancangan oleh personalia manufaktur dan perakitan membantu menghilangkan kesalahan yang merugikan karena kesalahan di dalam komunikasi.

Saat ini CAD sudah banyak digunakan dalam beberapa industri, antara lain kapal terbang, mobil, pembuatan kapal, konstruksi, dan elektronik. Aplikasi CAD seringkali mengurangi tenaga kerja untuk bagian pembuatan draf dengan faktor 3 atau 4, dan telah terbukti membawa manfaat yang besar bagi para pengusaha manufaktur. Sebagai contoh, pada General Motor, rancang ulang sebuah model mobil turun dari 24 bulan menjadi 14 bulan. Perusahaan lain dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk merancang katup dari 6 bulan menjadi 1 bulan. Banyak perusahaan sekarang memasang CAD untuk mendapatkan manfaat ini agar tetap dapat bersaing. Salah satu contoh, Boeing Airline Group, diberikan pada Kotak 6.1.

MANUFAKTUR-BERBANTUAN-KOMPUTER

Manufaktur-Berbantuan-Komputer (Computer-Aided-Manufaktur-CAM) Memberikan efisiensi jangka panjang dalam industri pengolahan dan aliran lini untuk perusahaan manufaktur yang bersifat kelompok (batch), produksi lini menunjukkan bahwa produksi pada Volume tinggi dengan urutan proses yang sudah ditentukan terlebih dahulu dan menghasilkan biaya rendah. Sebaliknya, produksi batch (intermittent) menunjukkan bahwa produksi pada Volume rendah, ragam produk tinggi, dan aliran bahan campur aduk. Menurut Gerwin dan Tarondeau (1982), dengan menggunakan CAM sekarang memungkinkan untuk memperlancar produksi kelompok (batch) meliputi sekitar 35 persen dari seluruh manufaktur Amerika Serikat.

CAM menggunakan komputer untuk merancang proses produksi, mengendalikan peralatan mesin di dalam manufaktur kelompok. Dengan menggunakan komputer dimungkinkan untuk mengubah mesin secara cepat jika memproduksi dalam ukuran lot kecil. Juga dimungkinkan untuk mengoperasikan mesin secara otomatis mengikuti rangkaian instruksi yang sudah ditentukan dan memindahkan bahwa dari satu mesin ke mesin berikutnya di bawah pengendalian komputer. Akan tetapi untuk melakukan hal tersebut diperlukan penyusunan produk yang akan dibuat berdasarkan golongan atau kelompok yang mempunyai kemiripan sama dengan suatu pendekatan yang disebut teknologi kelompok (group technology - GT)

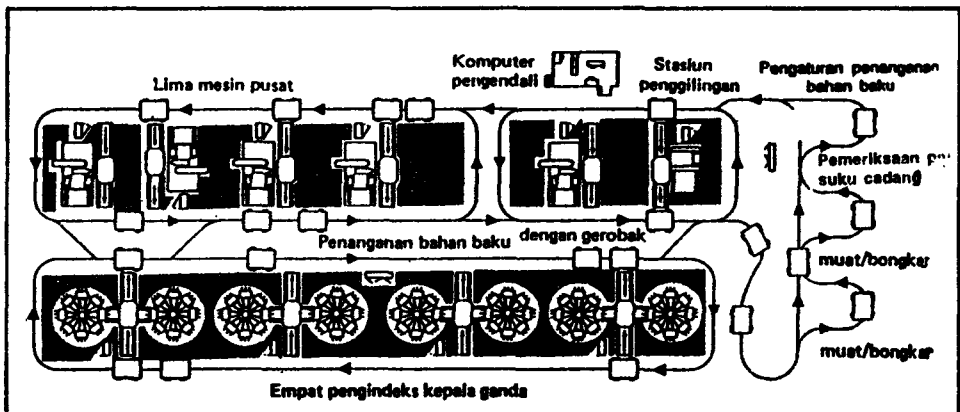


Gambar 6.3. Tata Letak proses intermitten versus teknologi kelompok

Tata letak Intermittent (Fungsional) khas diperlihatkan pada gambar 6.3. Dalam tata letak ini, mesin dikelompokkan menurut tipe yang sama, dan produk mengikuti pola aliran campur aduk pada saat bergerak melalui pabrik. Pada bagian bawah gambar 6.3, fasilitas ini telah direorganisasi menurut sel teknologi kelompok. Dalam hal ini, semua mesin yang dibutuhkan untuk memproduksi golongan rumpun suku cadang tertentu dikelompokkan bersama, dan dengan demikian suatu aliran lini lurus dicapai.

Jika rumpun suku cadang yang mirip diproduksi dalam suatu sel, beberapa mesin dapat diaplikasikan dari satu sel ke sel berikutnya dan penggunaan kapasitas dapat dikurangi melalui alternatif aliran campur aduk. Namun demikian, manfaat keseluruhan GT sangat penting, asalkan suku cadang dalam jumlah yang cukup besar dapat ditampung di dalam setiap sel.

Keuntungan pokok GT adalah mempercepat proses manufaktur dan mengurangi inventori dalam proses. Hal ini dilakukan dengan memindahkan suku cadang lebih cepat melalui proses manufaktur. Pada fasilitas intermittent khas, suku cadang dapat menghabiskan 95 persen waktu tunggu agar mesin dapat beroperasi. Dengan tata letak GT, dimungkinkan untuk mempercepat aliran bahwa lebih besar dan juga melaksanakan lebih banyak fungsi penanganan bahwa di antara mesin di bawah pengendalian komputer. Hasilnya sering disebut Sistem Manufaktur Fleksibel (Flexible Manufacturing System-FMS).

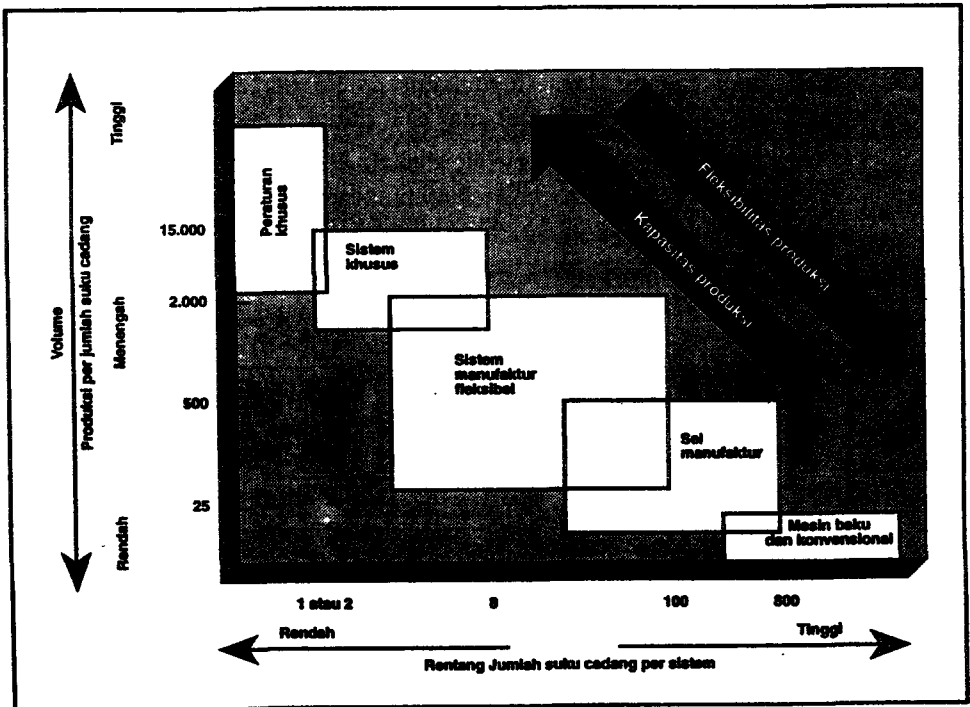


Gambar 6.4. Sistem manufaktur fleksibel khas

Sebuah FMS khas diperlihatkan dalam gambar 6.4, terdiri dari komputer untuk mengatur rute suku cadang dan mengendalikan pengoperasian mesin, beberapa mesin pengendali komputer, dan stasiun muat dan bongkar. Bahan

baku dimuat secara manual ke gerobak pada stasiun kerja pertama, Gerobak diberikan rute dari satu mesin ke mesin berikutnya dengan komputer, dan operasi mesin berturut-turut dilakukan dibawah pengendalian komputer. Gerobak yang dikendalikan komputer ini biasanya di tarik dengan kabel di lantai, atau mengikuti pita elektronik di antara mesin. Suku cadang dimuat dan dibongkar secara otomatis pada setiap mesin dan kemudian diteruskan ke mesin berikutnya. Prosedur ini dilaksanakan secara serentak untuk beberapa suku cadang yang berbeda tipe dan rutanya.

Rentang tipe mesin yang mungkin sebagai fungsi ragam dan volume produk diperlihatkan dalam gambar 6.5. Perhatikan bagaimana FMS dimaksudkan untuk luas volume menengah dan ragam menengah. Pada sisi kanan grafik, otomasi yang dapat dilakukan lebih sedikit sedangkan pada sisi kiri otomasi yang lebih khusus (keras) bisa dilakukan.



Gambar 6.5. Jenis Sistem Manufaktur

CAM juga menggunakan perencanaan Proses berbantuan Komputer (Computer-Aided Process Planning-CAPP) sebagai satu komponen sistem CAM.

Dengan CAPP setiap proses dalam manufaktur direncanakan dengan bantuan komputer. Setelah rancangan suku cadang dimuat dari sistem CAD, kemudian CAPP digunakan untuk menentukan rute, perlengkapan dan perangkat guna memproduksi suku cadang tersebut.

Dengan demikian Manufaktur Berbantuan Komputer melibatkan perancangan proses dan perangkat manufaktur melalui database dan kemudian pengendalian dan pemindahan bahan dengan komputer. Hal ini dapat dicapai dengan mengorganisasikan manufaktur kelompok menurut teknologi kelompok dan dengan menggunakan sistem manufaktur yang fleksibel. Hal ini dapat mempercepat aliran produk dan meningkatkan penggunaan mesin dalam lingkungan manufaktur kelompok.

ROBOTIK

Robot telah mendapat tempat dalam pikiran masyarakat, penulis cerita fiksi ilmiah, pembuat film, dan pers. Akan tetapi, robot industri tidak lebih dari mesin pengendali komputer yang dapat diprogram untuk melakukan berbagai tugas produksi. Bagian yang membedakan dari robot adalah tangan dan lengan, yang dapat membuat pergerakan seperti manusia. Aplikasi pertama robot adalah untuk melakukan pekerjaan panas, kotor, atau berat yang sangat tidak cocok bagi manusia. Penggunaan robot kemudian diperluas ke dalam berbagai pekerjaan produksi, yang meliputi pengelasan, pengecatan, pekerjaan rakitan tetap, dan penanganan bahan.

Kemampuan robot untuk melaksanakan banyak pekerjaan produksi masih terbatas. Kendala yang paling serius adalah kemampuan mengambil suku cadang yang ditempatkan secara acak. Untuk bisa berbuat demikian, robot perlu "melihat" dan kemudian menempatkan "tangannya". Aplikasi yang paling akhir terbatas pada suku cadang yang tempatnya tetap dan diketahui, namun teknologi berkembang cepat untuk memberikan kemampuan yang lebih nyata.

Suatu bentuk otomasi terkait adalah alat mesin yang dikendalikan secara numerik atau *numerically controlled* (NCA). Meskipun alat NC tidak biasa dianggap robot, namun mereka dikendalikan oleh komputer dan dapat diprogram untuk bermacam-macam tugas pemotongan logam. Akan tetapi mesin NC tidak memiliki lengan robot dan tidak seluwes robot. Namun demikian pabrik masa depan mungkin akan menggabungkan mesin NC, mesin konvensional dan robot.

Walaupun kadang-kadang pemakaian robot dibenarkan karena mengurangi tenaga kerja langsung, namun manfaatnya jauh lebih besar lagi selain itu, yaitu

keluwesan untuk merancang ulang suku cadang, operasi 24 jam, pelaksanaan tugas yang membahayakan, dan mutu produknya lebih seragam. Alasan laba atas investasi tradisional cenderung mengabaikan manfaat ini dan menekankan pengurangan biaya saja. Akibatnya penggunaan robot di Amerika Serikat terbelakang dibandingkan dengan negara lain dan tidak sebanyak yang diperkirakan.

Suatu robot saja jarang diperkenalkan ke dalam proses produksi karena pemeliharaan dan dukungan perangkat lunak yang dibutuhkannya. Biaya ini harus disebar kepada beberapa robot. Selain itu, satu robot yang beroperasi 24 jam sehari hanya akan menimbun persediaan yang menunggu mesin lain. Arus bahan yang terkoordinasi diperlukan guna mencapai keekonomisan yang benar. Hal ini menurut rencana otomasi jangka panjang dan bukan hanya penggantian mesin dengan robot secara bertahap.

Whitney (1986) menunjukkan bahwa manusia tidak harus digantikan dengan robot dengan cara satu banding satu di dalam proses yang ada. Sebaliknya, proses produksi, dan kemungkinan produk, harus dirancang ulang guna memanfaatkan secara maksimum keunggulan robot dan otomasi lainnya. Setelah prancangan ulang ini, langkah-langkah tertentu mungkin akan dihapuskan atau digabungkan, dengan demikian meniadakan kebutuhan akan robot pada langkah tersebut. Proses harus seluas disederhanakan sebelum diotomasi. Hal ini bisa mendapat terlalu banyak penekanan. Robot bukanlah manusia mekanis, mereka hanya bagian dari proses produksi terpadu.

JUSTIFIKASI

Jelaslah bahwa pabrik masa depan tidak dapat didukung hanya oleh satu mesin saja. Justifikasi dan manfaat akhir berasal dari pemaduan elemen-elemen dari desain produk melalui rekayasa manufaktur, produksi, dan perancangan bahan. Oleh sebab itu pabrik masa depan adalah keputusan strategi yang mempengaruhi semua bagian serta semua tujuan operasi, yaitu: biaya, kualitas, fleksibilitas dan pengiriman penyerahan (delivery).

Jika suatu strategi manufaktur dengan komputer terpadu (CIM) dipakai, maka beberapa langkah harus dilakukan untuk mentransformasikan pabrik tersebut. Mungkin saja bahwa "pulau otomasi" tersebut akan dibangun karena mesin-mesin tertentu dikomputerisasi dan bagian-bagian sistem informasi dimasukkan ke dalam komputer. Jika sasaran akhir adalah CIM, semua komputerisasi ini harus dikaitkan melalui basis data sehingga "pulau otomasi" terpisah dapat

dihubungkan bersama-sama. Jika hal ini terjadi, maka manfaat CIM akan menjadi lebih nyata.

Karena CIM bukan saja sebagai jenis lain dari upaya otomasi di mana satu jenis mesin digantikan oleh mesin lainnya, maka tingkat otomasi ini lebih sulit dicapai dan lebih mahal daripada upaya masa lalu. Tetapi CIM menjadikan keuntungan yang bukan hanya pengurangan biaya. Perusahaan-perusahaan yang dapat mengimplementasikan CIM secara efektif dapat meraih manfaat dari keunggulan bersaing melalui pengiriman yang lebih baik, kualitas yang lebih baik, atau fleksibilitas yang lebih tinggi. Inilah janjinya dan harapan atas pabrik masa depan.

Voss (1985) menggambarkan bahwa semakin tinggi tingkat integrasi yang dicapai, semakin besar manfaat yang diperoleh dari CIM. Pada Tabel 6.1 perhatikan bahwa setiap tingkat integrasi mencapai lebih banyak pengurangan dalam tenggang waktu yang diperlukan untuk merancang dan memproduksi produk bersangkutan. Tentunya manfaat yang lebih besar ini juga memerlukan kerja sama antar-fungsi yang lebih besar dari semua departemen. Kerja sama demikian telah menjadi salah satu hal yang paling sulit untuk dicapai dalam instalasi CIM di dalam kenyataannya.

Goldhar dan Jelinek (1983), yang menulis dalam *Harvard Business Review*, mengatakan bahwa pabrik masa depan, khususnya dalam manufaktur kelompok (*back manufacturing*), harus dilandaskan atas keekonomisan lingkup (*economies of scope*), daripada atas keekonomisan skala (*economies of scale*). Keekonomisan lingkup didefinisikan sebagai kemampuan memproduksi berbagai produk secara efisien, bukan produk standar dengan volume besar. Teknologi CIM yang baru mengurangi biaya perubahan dan biaya modifikasi produk. Akibatnya, sekelompok kecil produk yang mirip dapat diproduksi secara ekonomis. Tidak perlu membakukan produk dan mengembangkan pasar masal yang menggunakan landasan pemikiran keekonomisan skala. Sebagai akibatnya, perusahaan-perusahaan dapat bersaing atas dasar keekonomisan lingkup dengan menawarkan produk yang lebih menyerupai pesanan, pengiriman cepat, dan kelompok yang lebih kecil. Hal ini membuka realisme persaingan yang baru secara menyeluruh.

Tabel 6.1. Pengaruh Integrasi

Tingkat otomasi dan integrasi	Tenggang waktu (minggu)	Penghematan (minggu)
Tidak ada otomasi	52	
CAD saja	50	2
Integrasi di mana desain produk dan proses ada di dalam CAD	44	8
Integrasi total sistem (CAD/CAM)	35	17
Integrasi dengan pemasok	26	26

KANTOR DAN JASA MASA DEPAN

Sebagaimana telah ditunjukkan dalam subbab sebelumnya, teknologi pabrik berubah dengan cepat. Akan tetapi, teknologi kantor dan jasa juga berubah dengan kecepatan yang sama, seperti diuraikan berikut ini.

TEKNOLOGI KANTOR

Sampai beberapa tahun lalu, teknologi kantor tidak begitu banyak mengalami kemajuan sejak penemuan mesin ketik. Memang kantor-kantor sudah biasa menggunakan mesin ketik listrik, mesin fotokopi elektronik dan diktafon tetapi kbanyak kantor masih padat kerja dan sangat terpisah-pisah. Dengan kemajuan komputer pribadi dan jaringan yang saling terhubung, revolusi kantor kini sedang berlangsung.

Proses transformasi di kantor-kantor meliputi kegiatan:

1. Menangani pesan (*messages*)
2. Mengetik dan mengetik ulang kertas kerja
3. Mengkopi bahan cetakan.
4. Menyusun berkas-berkas (mengarsip)
5. Mengikuti kalender

Bagaimana kegiatan-kegiatan ini diubah oleh kantor terotomasi?

Kantor terotomasi memiliki sebuah terminal komputer untuk setiap sekretaris dan setiap manajer, yang menghubungkan mereka dalam suatu bentuk jaringan (network). Pada waktu manajer sampai di kantor, ia menggunakan terminal tersebut untuk memperoleh semua pesan dari memori komputer, yaitu penyimpan pesan elektronik. Setelah setiap pesan dibaca, pesan itu dapat diarsip di dalam komputer menurut tanggal, pengiriman, topik dan lain sebagainya, jika diinginkan jawaban dapat diketik langsung ke dalam terminal komputer. Kemudian jawaban ini disampaikan secara elektronik kepada orang yang dituju. Jika beberapa orang tidak memiliki terminal, komputer dapat digunakan untuk mencetak keluar pada lembar-lembar kertas bagi mereka. Manajer dapat memilih jawaban dari arsip tersebut jika cocok.

Dengan menggunakan memori komputer, manajer dapat mempunyai kesempatan untuk melihat pesan atau jawaban sebelumnya. Pesan dan jawaban ini dapat diakses melalui sistem pengarsipan elektronik komputer.

Di dalam kantor terotomasi, semua kegiatan kantor diidentifikasi terlebih dahulu, dan ditampilkan oleh media elektronik. Kertas kerja berkurang secara drastis. Tugas berulang disederhanakan oleh pengarsipan elektronik, koreksi kesalahan langsung pada layar komputer, dan penggunaan jawaban yang standar. Hal ini mengurangi secara drastis biaya fungsi kantor dan menaikkan produktivitas. Karena biaya teknologi berkurang, semakin banyak kantor berusaha mengupayakan teknologi baru ini.

Kantor terotomasi dapat juga mendatangkan dampak lain terhadap persatuan. Sebagai contoh, kantor dapat disebar ke tempat lain atau bahkan ke rumah. Tidak ada keharusan untuk memusatkan semua fungsi kantor di gedung pencakar langit yang besar yang menimbulkan biaya transportasi kantor di gedung pencakar langit yang besar yang menimbulkan biaya transportasi dan energi.

Untuk jenis bisnis tertentu, seperti perusahaan asuransi jiwa, kantor terotomasi akan memberi manfaat dalam bentuk pengurangan kertas kerja. Dalam jenis kantor masa depan ini, setiap orang akan melaksanakan tugasnya pada terminal komputer dan kemudian meneruskan pekerjaan itu secara elektronik ke pusat kerja berikutnya. Dengan kantor terotomasi, para manajer dapat dengan mudah menelusuri arus pemrosesan transaksi guna mengelola dan memperbaiki karakteristik arus proses. Penerapan demikian sangat mirip dengan konsep pengendalian arus kerja yang digunakan di pabrik-pabrik.

Dampak terbesar dari kantor masa depan adalah terhadap pekerjaan profesional dan manajerial, yang disebut pekerja berpendidikan (*workers*), bukan

terhadap pekerja sekretarial. Dewan ini, sekitar 80 persen dari kompensasi kantor dibayarkan kepada pekerja yang berpendidikan dan hanya 20 persen kepada pekerja administrasi (*clerical workers*). Oleh sebab itu, perbaikan produktivitas akan menuntut pemusatan perhatian pada pekerja dengan pendidikan. Untunglah sistem kantor otomatisasi dapat menghemat banyak waktu pekerja dengan pendidikan ini dan memperbaiki keefektifan manajer serta waktu pekerja dengan pendidikan ini dan memperbaiki keefektifan manajer serta para profesional. Akan tetapi, proyek otomatisasi kantor yang diusulkan harus diarahkan pada pekerja dengan pendidikan dan tidak semata-mata pada pengurangan biaya administrasi.

Konsep utama dalam otomatisasi kantor sama dengan konsep utama di dalam pabrik, yaitu integrasi fungsi. Departemen dan fungsi yang sebelumnya terpisah dihubungkan dengan sarana komputer. Karena otomatisasi menjadi terhubung, maka manfaat kantor terpadu menjadi nyata: bukan hanya pengurangan biaya, melainkan proses yang lebih cepat, koordinasi yang lebih baik, pemanfaatan pendidikan yang lebih besar dan tingkat kesalahan yang lebih rendah.

INDUSTRI JASA

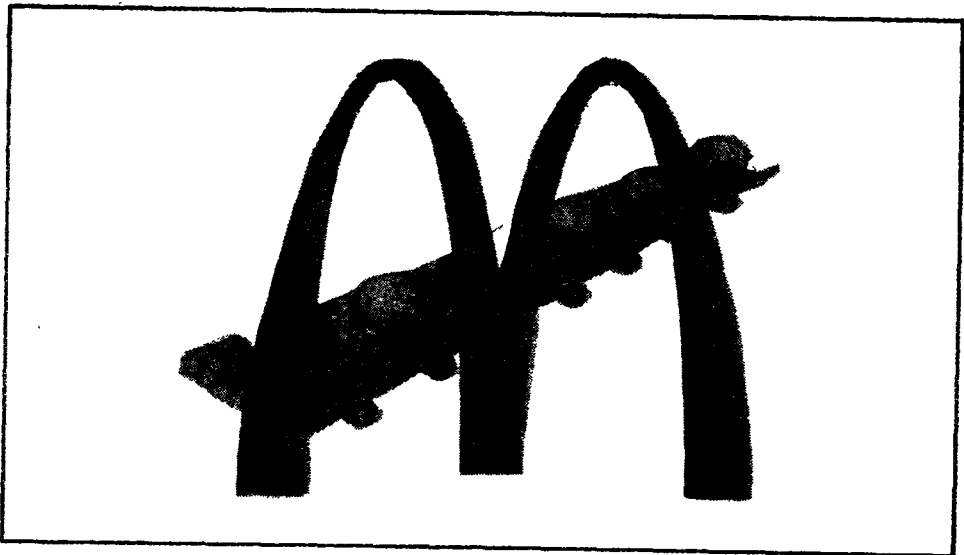
Theodore Levitt (1972) telah menguraikan suatu pendekatan terhadap pelayanan jasa yang ia sebut "pendekatan lini-produksi terhadap jasa". Dalam pendekatan ini, terdapat pembakuan dan pelayanan jasa dengan cara yang efisien dan menyenangkan. Fasilitas jasa itu sendiri dirancang sehingga kesalahan diminimumkan. Berbagai tahap pelayanan jasa diotomatiskan sehingga biaya berkurang dan pembakuan tercapai.

Levitt menggunakan suatu rangkaian dari McDonald (pembuat hamburger, pen) untuk menggambarkan konsep-konsep ini. Ia menunjuk pada takaran khusus yang telah dikembangkan guna mengisi kentang goreng ke dalam kemasan (masukan) makanan pada McDonald dispesifikasi secara cermat untuk menjamin konsistensi. Prosedur untuk membersihkan restoran tersebut juga ditentukan. Semua cara ini dilakukan untuk membakukan jasa dan memberikan pelayanan secara terkendali dan efisien.

Dalam artikel klasik ini, Levitt menunjukkan bahwa orang-orang jasa cenderung menganggap masalah mereka berbeda dari masalah orang-orang yang bekerja di dalam manufaktur. Jasa kerap kali dianggap sebagai sesuatu yang diserahkan "keluar tempat" dengan kondisi yang sangat berubah, sedangkan manufaktur dilakukan di pabrik dengan kondisi yang sangat terkendali dan otomatisasi. Levitt menyatakan bahwa jika pelayanan jasa belum dianggap sebagai

proses transformasi yang mirip dengan manufaktur, mak perbaikan dalam efisiensi atau kualitas yang mungkin dicapai hanya sedikit.

Faktor lain dalam pemikiran pihak jasa adalah sikap rendah diri atau sikap pelayanan dari orang-orangnya. Hal ini timbul beratus-ratus tahun lalu ketika jasa disamakan dengan pengabdian, perbudakan dan penaklukan. Menurut pandangan ini, jika jasa yang diberikan bermutu atau berharga rendah, maka pemecahannya ialah berusaha lebih keras lagi. Pemecahan masalah jasa tidak dilihat sebagai perubahan dalam prosedur, tugas, atau peralatan yang tersedia. Manajer jasa berpikir secara humanistik, dan menurut Levitt inilah yang menjadi pusat masalahnya. Selama mereka dikelola dalam bentuk pemikiran humanistik, jasa tidak akan efisien dan kehilangan pengendalian kualitas. Sikap pelayan mengalihkan perhatian manajemen dari pencarian pemecahan dalam teknologi proses itu sendiri.



Gambar 6.6. Pendekatan lini produksi terhadap jasa

Sebaliknya masalah manufaktur kerap kali dilihat dalam arti teknokratik. Jika terdapat kualitas yang rendah atau biaya yang tinggi, analisis dilakukan atas tugas yang dilaksanakan, arus kerja, dan peralatan yang dipakai. Pemecahan dicari di dalam teknologi proses.

Tetapi pengotomasiian jasa bukanlah pemecahan bagi semua masalah jasa. Sebagaimana telah kita lihat di dalam bab yang lalu, ada empat jenis jasa di

dalam matriks jasa. Otomasi hanya memindahkan suatu jasa ke dalam kategori "jasa pabrik" atau "jasa perusahaan". Walaupun jasa yang dihasilkan mungkin lebih efisien, namun otomasi dapat mengubah sifat jasa itu sendiri menjadi jasa yang lebih baku. Pasar akhirnya akan menentukan seberapa banyak otomasi yang diinginkan pelanggan, bagaimana bentuk jasa yang dibakukan, dan jasa apa yang berharga. Sekarang ini, keempat jenis jasa tersebut tampaknya mempunyai daya penarik pasar.