

## **KEAHLIAN TENAGA KERJA YANG DIBUTUHKAN INDUSTRI PERMESINAN DAN ASPEK-ASPEK KEPENDIDIKANNYA**

Oleh

**Bambang Setiyo Hari Purwoko**

### **Abstrak**

Persaingan pemasaran produk yang ketat dalam industri permesinan telah mendorong teknologi manufacturing yang digunakan berkembang demikian pesat. Akibatnya, pergantian sistem dan perangkat manufacturing untuk tujuan perbaikan dan penyempurnaan, berlangsung dalam suatu periode waktu yang semakin singkat. Sasaran akhir yang dituju adalah pemakaian suatu sistem dan perangkat manufacturing yang mampu meningkatkan produktivitas, fleksibilitas dan otomatisasi yang terpadu di berbagai bidang produksi sehingga mampu menghasilkan produk dengan biaya yang tetap murah dan cepat.

Pada saat ini telah banyak industri permesinan menggunakan sistem dan perangkat manufacturing terpadu CAD/CAM. Pengertian sistem dan perangkat manufacturing ini membawa konsekuensi pada pergeseran keahlian dasar tenaga kerja yang dibutuhkan. Semula keahlian dasar yang dibutuhkan adalah keahlian dan keterampilan langsung mengoperasikan mesin. Pada saat ini, yang dibutuhkan selain keahlian langsung, juga keahlian tidak langsung yang mendukung operasional sistem terpadu CAD/CAM secara optimal, misalnya keahlian membuat program NC, merencana perkakas produksi, merencana alat potong, merencana proses, dan sebagainya.

Lembaga pendidikan, khususnya yang menghasilkan lulusan untuk bekerja di industri permesinan, harus ditantang untuk membekali lulusannya dengan seperangkat kompetensi, seperti pemrograman NC, merencana perkakas bantu (jig dan Fixture), merencana alat potong, merencana proses, dan sebagainya dengan menggunakan bantuan komputer sehingga mereka mampu menangani sistem manufacturing terpadu CAD/CAM. Salah satu alternatif yang bisa ditempuh adalah memasukkan sistem terpadu CAD/CAM ke dalam kurikulum pendidikan.

## Pendahuluan

Industri permesinan Indonesia pada dekade terakhir ini tampak telah berkembang demikian pesatnya. Perkembangan yang terjadi bukan saja dari jumlahnya yang semakin besar, akan tetapi juga dari segi teknologi pembuatan (*manufacturing technology*) yang digunakan.

Industri permesinan merupakan suatu industri yang kegiatannya berjalan sangat dinamis, artinya bahwa frekuensi perubahan bentuk produk dan perubahan bentuk sistem produksi berlangsung sangat cepat dan terus menerus. Bahkan perubahan yang mengarah pada perbaikan-perbaikan dan penyempurnaan kedua aspek tersebut selalu dilakukan setiap saat demi upaya tetap menjaga kemampuan bersaing yang semakin lama semakin berat.

Sifat dinamis yang dimiliki industri permesinan ini, sangat mendorong terjadinya pergantian sistem dan perangkat-perangkat *manufacturing* yang digunakan secara lebih cepat. Kalau pada awal perkembangannya jenis mesin-mesin perkakas yang digunakan dalam menyusun suatu perangkat *manufacturing* adalah mesin perkakas standar, maka dalam perkembangannya hingga sekarang ini, industri permesinan sudah lebih banyak yang menggunakan mesin-mesin perkakas dengan kendali komputer (*mesin perkakas Numerically Control* maupun *mesin perkakas Computer Numerically Control*).

Dalam pengoperasian mesin-mesin perkakas standar, produktivitas dan fleksibilitas mesinnya sangat tergantung pada kecakapan dan keahlian operator yang menangani mesin. Berbeda dengan mesin perkakas yang dikendalikan komputer (*mesin CNC*), produktivitas dan fleksibilitasnya tidak lagi tergantung pada operator mesin. Bahkan campur tangan operator pada saat mesin berjalan untuk operasi permesinan suatu produk tidak ada sama sekali. Peranan operator mesin pada industri permesinan yang menggunakan mesin perkakas *CNC* menjadi tidak dominan, namun demikian akan dibutuhkan tenaga-tenaga kerja setingkat lainnya yang menguasai bidang-bidang untuk pendukung pengoperasian mesin perkakas *CNC* secara profesional.

Kemajuan industri permesinan yang diikuti dengan perkembangan perangkat *manufacturing* yang digunakan, membawa konsekuensi pada pergeseran peta keahlian tenaga kerja

yang dibutuhkan industri permesinan yang bersangkutan. Semula, pada saat industri permesinan hanya menggunakan mesin perkakas standar keahlian tenaga kerja yang dibutuhkan adalah kemampuan dan keterampilan langsung mengoperasikan mesin. Dengan semakin berkembangnya pemakaian mesin-mesin perkakas kendali komputer (mesin CNC) pada industri permesinan, keahlian tenaga kerja yang dibutuhkan bukan lagi keahlian langsung mengoperasikan mesin, tetapi keahlian-keahlian tidak langsung yang mendukung operasional mesin perkakas CNC secara optimal. Beberapa keahlian tersebut, antara lain: keahlian sebagai pembuat program (programer), keahlian merencanakan alat-alat bantu, misalnya jig dan fixture, keahlian menyiapkan alat potong, keahlian merencanakan proses produksi, dan sebagainya.

Pergeseran keahlian tenaga kerja yang dibutuhkan industri permesinan ini seyogyanya dapat segera diantisipasi oleh lembaga pendidikan, khususnya pendidikan yang mempersiapkan lulusannya untuk menjadi tenaga kerja pada industri permesinan.

### **Tantangan Industri Permesinan Indonesia**

Perkembangan industri permesinan Indonesia di masa-masa yang akan datang sangat ditentukan oleh kemampuannya dalam mengatasi masalah dan tantangan yang dihadapi industri permesinan pada saat ini, dan perkembangannya di masa-masa kemudian. Masalah dan tantangan industri permesinan itu sendiri secara terus menerus berkembang sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan demikian, kemampuan menyelesaikan masalah dan tantangan yang terus berkembang, akan memacu kegiatan-kegiatan industri permesinan menjadi lebih dinamis dan kreatif.

Industri permesinan Indonesia pada saat ini tengah menghadapi persaingan dalam hal pemasaran produk di pasaran internasional yang semakin ketat. Kondisi semacam ini memaksa industri permesinan Indonesia untuk berusaha mampu menciptakan produk-produk yang mempunyai daya saing tinggi di pasaran internasional agar industri permesinan Indonesia tetap bisa bertahan, dan bahkan akhirnya bisa berkembang, produk-produk industri permesinan Indonesia harus

berkualitas baik, berharga murah, dan selalu lebih baik dari produk-produk buatan sebelumnya.

Konsekuensi dari tuntutan akan produk-produk industri permesinan yang selalu lebih baik dari produk sebelumnya maupun dari produk sejenis yang dibuat pihak lain, mengharuskan industri permesinan untuk selalu mengadakan perubahan-perubahan ke arah penyempurnaan. Perubahan bentuk produk sewaktu-waktu dapat dilakukan karena adanya permintaan para perancang produk yang menghendaki realisasi dari bentuk-bentuk rancangan baru mereka, baik berupa penyempurnaan rancangan sebelumnya maupun rancangan baru sama sekali, sebagai upaya tetap menjaga kemampuan bersaingnya.

Tuntutan akan produk yang berharga murah, mengharuskan setiap kali dilakukan perubahan bentuk produk untuk tujuan perbaikan dan penyempurnaan, akan selalu dicari efisiensi dan efektivitas produksinya. Dengan demikian, setiap perubahan bentuk produk, seterusnya akan diikuti perubahan bentuk sistem produksinya agar selalu dapat diperoleh produk-produk baru dengan harga yang tetap murah.

Untuk masa-masa yang akan datang, perubahan ke dua aspek, yaitu perubahan bentuk produk dan perubahan bentuk sistem produksi akan semakin mewarnai aktivitas industri permesinan Indonesia. Terjadinya perubahan tersebut bahkan akan berlangsung pada suatu periode waktu yang semakin singkat. Hal demikian terjadi karena upaya mempertahankan tingkat kemampuan bersaing industri permesinan dalam pemasaran produk yang semakin ketat.

### **Peningkatan Produktivitas dan Fleksibilitas**

Perkembangan lebih jauh industri permesinan Indonesia dewasa ini memperlihatkan kecenderungan ke arah semakin cepat terjadinya perubahan bentuk produk dan perubahan bentuk sistem produksi. Munculnya kecenderungan ini menyebabkan beberapa perangkat produksi dalam sistem manufacturing yang ada saat ini menjadi tidak memadai lagi.

Usaha untuk melakukan berbagai perbaikan dan penyempurnaan dalam sistem manufacturing yang telah ada, telah dimulai oleh industri permesinan Indonesia. Perbaikan ataupun perubahan sistem yang dilakukan mengarah pada

sasaran akhir bahwa proses manufacturing pada industri permesinan harus dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik, dengan biaya yang tetap murah. Untuk itu menurut Muljowidodo dan Taufiq Rochim (1987) perbaikan dan penyempurnaan sistem manufacturing pada industri permesinan harus mampu memberbesar produktivitas dan mempertinggi fleksibilitas.

Usaha untuk menaikkan kualitas terutama didorong oleh permintaan yang muncul dari para perancang produk yang menginginkan realisasi rancangan baru yang lebih baik. Beberapa di antara usaha yang dilakukan industri permesinan untuk mencapai hal itu adalah dengan pemakaian perangkat produksi (mesin-mesin produksi) yang konstruksinya lebih baik. Di samping itu, juga pemakaian perangkat produksi yang merupakan pengembangan dan penyempurnaan proses-proses manufacturing yang baru, misalnya proses pengikisan atau *Electro Discharge Machining (EDM)*, proses elektro kimia atau *Electro Chemical Machining (ECM)*, dan proses pemotongan dengan sinar laser (*laser cutting*).

Peningkatan produktivitas terutama didorong oleh permintaan para perancang proses produksi untuk menekan serendah mungkin harga produk yang dibuat. Usaha yang ditempuh industri permesinan untuk mencapai produktivitas yang lebih besar adalah dengan mempercepat proses produksi. Cara-cara produksi yang lebih cepat ditempuh dengan penyempurnaan kondisi pemotongan, misalnya dengan pemakaian pahat potong dari bahan yang lebih kuat dan mampu bekerja pada temperatur pemotongan lebih tinggi dengan kecepatan potong tinggi sehingga akan diperoleh waktu pengerjaan yang lebih singkat pula. Usaha lain yang ditempuh adalah peningkatan waktu pemakaian mesin, yaitu dengan mengadakan peningkatan otomatisasi pada berbagai sistem produksi.

Keinginan untuk menaikkan fleksibilitas terutama didorong oleh adanya umur desain produk yang semakin pendek sehingga bentuk dari produk harus terus menerus diganti dengan produk sejenis yang lebih baik. Faktor lain adalah makin besarnya variasi produk sejenis yang harus dibuat akibat selera konsumen yang berbeda-beda. Usaha industri permesinan untuk menaikkan fleksibilitas dilakukan melalui pemakaian fasilitas-fasilitas perancangan dan perangkat-perangkat manufacturing yang fleksibel. Contoh yang

sudah dilakukan adalah penggunaan CAD (Computer Aided Design) untuk menunjang fleksibilitas perubahan desain produk yang optimal, dan penggunaan CAM (Computer Aided Manufacturing) yang mempunyai fleksibilitas yang lebih tinggi dalam menunjang perencanaan produksi.

## **Fasilitas Produksi Industri Permesinan**

Pembahasan fasilitas produksi industri permesinan di sini dibatasi pada pembahasan tentang fasilitas produksi yang berupa mesin-mesin perkakas yang digunakan dalam proses pembuatan produk-produk industri permesinan. Secara umum, mesin-mesin perkakas yang digunakan dalam menyusun fasilitas produksi pada industri permesinan dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok.

Kelompok yang pertama adalah mesin perkakas yang dalam pengoperasiannya belum menggunakan komputer atau rangkaian logik sebagai unit pengaturannya. Mesin-mesin perkakas yang termasuk dalam jenis ini adalah:

### *a. Mesin Perkakas Standar*

Dalam pengoperasian mesin perkakas standar, produktivitas dan fleksibilitasnya sangat tergantung dari keahlian operator yang menanganinya. Penggunaannya sangat cocok apabila variasi bentuk produk yang akan dibuat cukup besar, sedangkan jumlah produksinya relatif kecil.

### *b. Mesin Perkakas Spesial*

Mesin ini merupakan hasil usaha untuk menaikkan produktivitas, dengan menurunkan fleksibilitas, serta mengurangi ketergantungan kualitas produk pada keahlian operator yang menanganinya. Contoh mesin jenis ini di antaranya adalah mesin bubut yang diberi tambahan hydraulic copying unit, atau mesin bubut otomatis (Swiss Type Automatic Lathe).

### *c. Transfer Line*

Merupakan suatu perangkat manufacturing yang otomatis dan terpadu, terdiri atas beberapa mesin perkakas otomatis yang masing-masing berfungsi sebagai "work station" dan disusun untuk membuat suatu jenis komponen atau produk yang khusus. Tidak berbeda dengan mesin spesial

yang otomatis, transfer line merupakan upaya untuk mengejar produktivitas dengan mengabaikan fleksibilitasnya.

Kelompok yang kedua adalah kelompok mesin perkakas yang telah menggunakan komputer atau rangkaian logik, yang biasanya berupa rangkaian digital sebagai unit pengaturnya. Yang termasuk ke dalam mesin perkakas jenis ini, antara lain:

*a. Mesin Perkakas NC (Numerically Control)*

Mesin perkakas jenis ini merupakan mesin perkakas yang dilengkapi dengan rangkaian relay logik. Menjalankannya dapat dilakukan oleh perintah-perintah, yang berbentuk kode-kode tertentu. Perintah-perintah atau informasi yang diberikan terdiri atas kode-kode huruf dan angka. Perintah-perintah tersebut dapat dipersiapkan terlebih dahulu, dan dapat diulang bila diperlukan kembali. Dengan demikian, pemakaian mesin NC, selain kualitas produk yang dibuat tidak akan tergantung lagi pada operator yang menjalankan mesin, juga dapat diperoleh kualitas dan dimensi produk yang konsisten. Dapat dikatakan mesin perkakas NC ini mempunyai ketelitian dan ketepatan yang tinggi.

*b. Mesin Perkakas CNC*

Mesin perkakas CNC (Computer Numerically Control) mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mesin perkakas NC. Cara pengoperasiannya lebih mudah dikarenakan oleh penggunaan komputer di dalam unit pengaturannya sehingga selain mampu mengulang perintah yang lebih dipersiapkan sebelumnya, juga mampu mengadakan perubahan, perbaikan atau modifikasi perintah-perintah tersebut dengan mudah. Mesin perkakas CNC paling tepat digunakan untuk pembuatan produk dengan variasi bentuk yang cukup banyak, tetapi jumlah produk tidak terlalu besar.

## **Sistem Produksi Industri Permesinan**

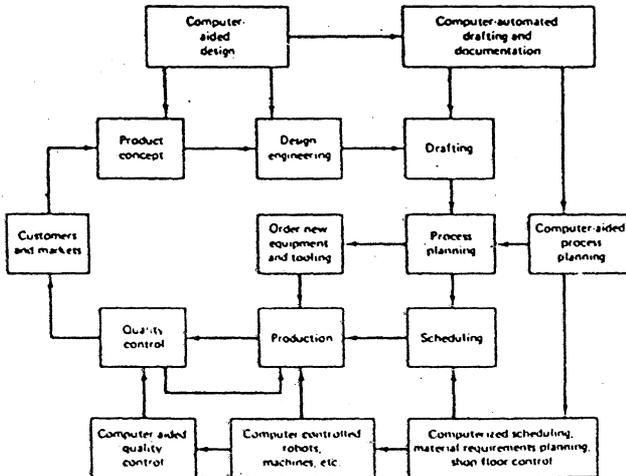
Industri permesinan dalam rangka usahanya memenangkan persaingan pemasaran produk di pasaran internasional, dituntut untuk mampu membuat produk-produk secara lebih murah dan cepat. Sistem manufacturing yang dipilih industri permesinan untuk digunakan mendukung usaha tersebut adalah

sistem manufacturing yang mampu memberikan kemungkinan dilakukannya otomatisasi yang lebih terpadu dalam proses produksi.

Beberapa hal yang mendorong diperluasnya otomatisasi proses produksi adalah keinginan untuk menghasilkan produk-produk dengan murah dan cepat, serta keinginan untuk memperoleh jaminan dalam konsistensi produk baik kualitas maupun dimensinya.

Sistem manufacturing yang sudah cukup luas digunakan pada industri permesinan adalah bentuk integrasi antara tahapan perencanaan produk menggunakan sistem CAD (Computer Aided Design) dengan tahapan pembuatan produk menggunakan sistem CAM (Computer Aided Manufacturing). Integrasi antara CAD dan CAM ini merupakan bentuk aplikasi program komputer yang sangat penting bagi industri permesinan karena selain dapat mempercepat dan menaikkan kemampuan dalam tahapan proses pembuatan, juga dalam hal perancangan produk yang biasanya memakan waktu cukup lama.

**Gambar 1**  
**Sistem Produksi dengan CAD/CAM**



Terintegrasinya tahap perencanaan sampai dengan tahap pembuatan terakhir produk memungkinkan dapat dideteksinya secara dini setiap hal yang kelihatannya dapat dibuat dalam tahap perencanaan produk, tetapi sebenarnya tidak dapat direalisasikan pada tahap perencanaan produksi. Mengenai hal ini Muljowidodo dan Taufiq Rochim (1987) berpendapat bahwa informasi umpan balik yang lebih awal dan lebih cepat (dini) dari pihak perencana produksi ini sangat menghemat waktu dan tenaga yang biasanya tidak dapat dihindarkan selama proses mencoba-coba (trial and error) dalam cara manual.

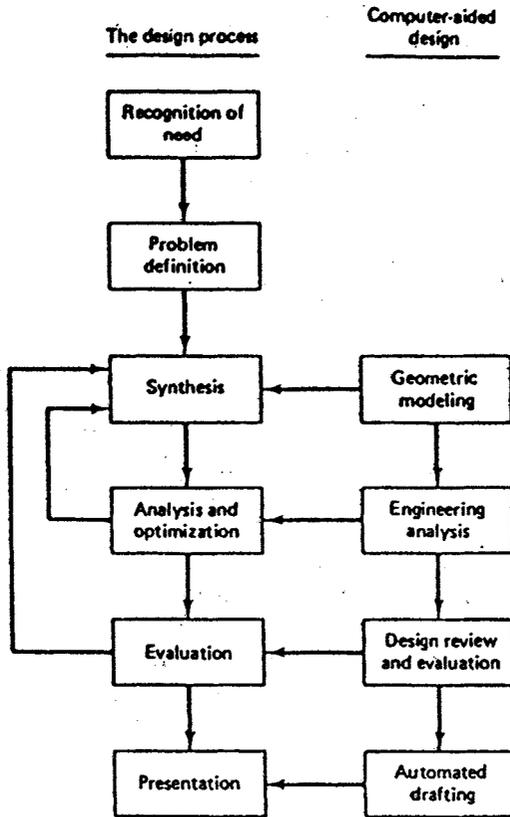
### **Computer Aided Design (CAD)**

Salah satu aplikasi teknologi komputer pada bidang teknik mesin adalah Computer Aided Design (CAD). Menurut D. Harsokoesoemo dan S. Seomantri (1987), istilah CAD dalam bidang teknik mesin mempunyai pengertian sebagai komputerasi langkah-langkah iteratif proses perancangan suatu produk. Langkah-langkah perancangan tersebut menurut M.P.Groover dan Emory W.Zimmers (1984:59) meliputi: kegiatan mengidentifikasi kebutuhan, merumuskan kebutuhan, sintesis, analisis, evaluasi, dan presentasi hasil perancangan. Urutan langkah perancangan dapat dilihat pada gambar 2.

Kegiatan proses perancangan dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan akan suatu produk, mesin atau sistem oleh seseorang. Kebutuhan-kebutuhan tersebut kemudian didefinisikan atau dirumuskan, terutama mengenai spesifikasi lengkap tentang produk, mesin atau sistem yang akan dibuat, yang meliputi fungsi atau karakteristik fisik, kualitas, prestasi kerja yang harus dicapai, dan harganya.

Kemudian, disusun tahap sintesis, yaitu pencarian bentuk produk, mesin atau sistem yang dapat memenuhi kebutuhan yang telah didefinisikan dengan jelas.

**Gambar 2**  
**Langkah Perancangan Menggunakan CAD**



Pada langkah ini dicoba ditemukan sebanyak mungkin alternatif konsep atau bentuk produk dan kemudian dipilih beberapa yang terbaik untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil analisis kemudian menjadi umpan balik pada langkah sintesis untuk pencarian alternatif lebih lanjut yang lebih baik. Kedua langkah dalam proses perancangan tersebut, yaitu langkah sintesis dan analisis merupakan proses iterasi.

Langkah analisis diikuti langkah evaluasi, yaitu evaluasi hasil langkah sintesis dan analisis, terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan pada langkah pendefinisian kebutuhan. Pada

langkah evaluasi dapat timbul keperluan untuk membuat sebuah model atau prototipe untuk dapat mengukur prestasi, kualitas, keandalan, dan beberapa kriteria lain dari hasil perancangan.

Langkah akhir proses perancangan adalah langkah presentasi hasil perancangan dalam bentuk gambar lengkap, daftar komponen, spesifikasi bahan, toleransi dan lain-lain yang secara keseluruhan merupakan dokumen lengkap untuk pembuatan suatu produk. Dalam perancangan menggunakan CAD, setiap langkah perancangan tersebut dilaksanakan dengan bantuan komputer.

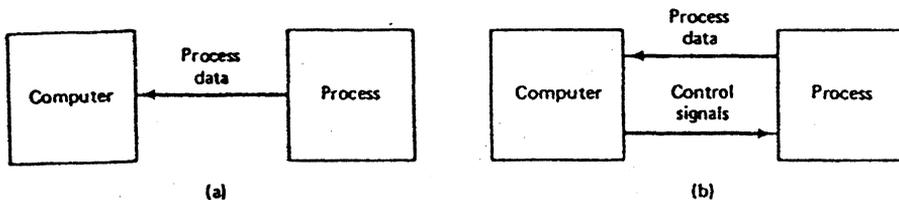
### Computer Aided Manufacturing (CAM)

Computer Aided Manufacturing (CAM) secara luas didefinisikan sebagai menggunakan perangkat komputer secara efektif dalam kegiatan manajemen, pengawasan dan pengaturan fasilitas produksi baik secara langsung maupun tidak langsung dihubungkan dengan peralatan tersebut.

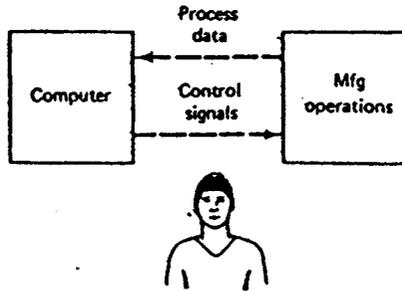
Penggunaan CAM dalam industri permesinan dapat dibedakan menjadi dua macam. Pertama, penggunaan komputer secara langsung untuk mengawasi dan mengatur proses produksi. CAM jenis ini disebut Computer Process Monitoring and Control. Kedua adalah penggunaan komputer secara tidak langsung guna menunjang proses produksi. Contoh CAM jenis ini adalah Computer Aided Process Planning (CCPP), Computer Aided NC Program Preparation, dan sebagainya. Sistem CAM ini disebut Computer Aided Manufacturing Support (M.P. Groover, 1984:2).

Gambar 3

(a) Komputer untuk memonitor. (b) komputer untuk kontrol



**Gambar 4**  
**Komputer Pendukung Sistem Produksi**



CAM dari jenis yang pertama dengan perangkat komputer mulai dari yang berkapasitas kecil seperti micro komputer sampai pada komputer besar jenis main frame, dihubungkan secara langsung untuk mengatur dan memonitor prosesd produksi, yang mempunyai variasi bentuk sangat luas. Beberapa contoh CAM jenis ini adalah:

### 1. Manufacturing Cell

Manucaturing Cell (MC) merupakan salah satu bentuk dari hasil pengembangan mesin perkakas CNC yang ada, yang diintegrasikan dengan sistem-sistem yang lain untuk memperbesar kemampuannya sehingga diperoleh suatu konfigurasi yang membentuk Manufacturing Cell yang berupa mesin perkakas CNC yang dilengkapi lebih lanjut dengan peralatan-peralatan pendukung yang otomatis dan terpadu. Beberapa peralatan atau sistem lain yang membentuk manufacturing cell di antaranya adalah sistem ATC (Automatic Tool Changer), APC (Automatic Pallet Changer), dan peralatan material handling otomatis setempat yang dikontrol oleh microprocessor utama.

### 2. Flexible Manufacturing System (FMS)

Yaitu merupakan suatu sistem produksi yang dibentuk dari penggabungan beberapa manufacturing cell yang terpadu dan disusun agar dapat melakukan suatu tugas tertentu dengan cukup fleksibel. dalam sistem tersebut terdapat transportasi material dan perkakas secara otomatis, yang mampu

mengirimkan serta mengambil perkakas dan material dari satu manufacturing cell ke manufacturing cell yang lain.

### *3. Automated Factory (AF)*

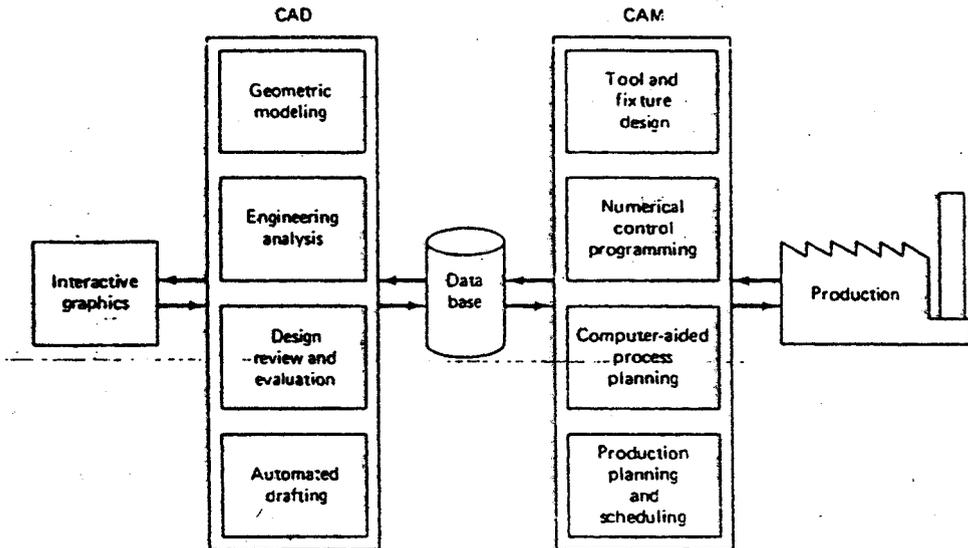
Automated Factory sementara ini merupakan perangkat produksi yang paling mutakhir. Di dalam Automated Factory ini telah terangkum kegiatan-kegiatan produksi yang cukup lengkap, yang meliputi proses pemeriksaan bahan yang masuk, proses pembuatan, proses perakitan, proses pengujian dan pemeriksaan, dan proses pengepakan yang terkendali secara terpadu oleh suatu komputer pusat (host computer). Termasuk ke dalam sistem Automated Factory ini adalah perangkat transportasi dan material handling otomatis beserta tempat-tempat penyimpanan (storage) untuk bahan baku, produk setengah jadi maupun produk yang telah jadi.

## **Kebutuhan Tenaga Kerja**

Telah disampaikan di muka bahwa persaingan yang ketat telah mendorong industri permesinan untuk menggunakan suatu sistem produksi yang mampu menjadikan proses produksi lebih murah dan cepat. Sistem produksi yang secara luas telah digunakan industri permesinan saat ini adalah sistem produksi yang memungkinkan dilakukannya otomatisasi yang terpadu di berbagai bidang, yaitu sistem CAD/CAM atau integrasi sistem perancangan produk dan sistem perancangan produksi dengan bantuan intensif komputer.

Menurut D.Harsokoesoemo dan S.Soemantri (1987:74) kegiatan-kegiatan dalam sistem terpadu ini meliputi kegiatan perancangan dan analisis produk, kegiatan perancangan perkakas produksi, kegiatan perancangan proses dan operasi, kegiatan perencanaan kapasitas dan penjadwalan produksi, kegiatan pembuatan produk, termasuk pembebanan, pengawasan dan pengontrolan proses produksi. Hubungan antar-kegiatan-kegiatan dalam sistem terpadu CAD/CAM dapat dilihat pada gambar 5.

**Gambar 5**  
**Konfigurasi Terpadu antara Perancangan Produk dan Perancangan Proses Produksi dalam CAD/CAM**



Untuk menunjang berbagai kegiatan terpadu CAD/CAM ini diperlukan personal yang mampu menangani kegiatan-kegiatan perancangan produk, dan kegiatan perancangan proses produksi yang meliputi perancangan perkakas bantu (jig & fixture), perancangan kapasitas, pembuatan produk, dan sebagainya. Kegiatan perancangan produk dan perancangan proses produksi tersebut dilaksanakan dengan bantuan komputer. Dengan demikian, tenaga kerja yang dibutuhkan industri permesinan adalah tenaga kerja yang menguasai bidang keahlian (disiplin ilmu) yang berhubungan dengan kegiatan perancangan produk dan perancangan proses produksi, serta menguasai metoda komputasinya.

Mendapatkan seseorang yang menguasai berbagai bidang (multidisiplin) secara luas dan mendalam untuk dapat menguasai sistem ini secara komprehensif adalah sangat sulit. Oleh karena itu, tenaga kerja yang diperlukan paling tidak harus menguasai dasar-dasar perancangan produk dan dasar-dasar perancangan proses produksi dengan spesialisasi satu atau dua bidang tertentu yang masih termasuk dalam lingkup bidang perancangan produk dan perancangan produksi.

Mengenai profil tenaga kerja yang dibutuhkan industri permesinan di masa depan ini, Muljowidodo dan taufiq Rochim (1987) mengemukakan ciri umum atau kualifikasi tenaga kerja yang dibutuhkan di antaranya:

1. Mampu merancang produk dan proses.
2. Menguasai penggunaan komputer secara intensif.
3. Mampu menyelesaikan problem yang multidimensi.
4. Dapat bekerja sama dalam satu grup.
5. Mengetahui cara memperoleh informasi dan mampu memanfaatkannya.
6. Dapat bekerja sendiri dan sanggup mencernakan ilmu dan teknologi baru yang berkaitan dengan bidang spesialisasinya.

### **Sistem Pendidikan yang Menunjang**

Pendidikan teknik dalam mengembangkan atau mengolah kembali garis-garis pedoman pendidikan kejuruannya, perlu mempertimbangkan akan kebutuhan-kebutuhan individu, kebutuhan masyarakat, dan tingkat perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Helmut Nolker, 1983:97). Dalam hubungan ini, maka informasi setepat mungkin tentang lapangan kerja yang akan ditempati oleh para lulusan nantinya adalah hal yang sangat penting. Lapangan kerja yang akan ditempati lulusan adalah merupakan cerminan kebutuhan masyarakat. Di samping itu, profil lapangan kerja yang jelas juga merupakan bahan untuk dijadikan pertimbangan bagi individu dalam mengambil keputusan, apakah ia cocok dan tertarik sehingga memilih lapangan kerja yang bersangkutan atau tidak. Oleh karena itu, memberikan informasi yang jelas tentang lapangan kerja yang akan ditempati lulusan, merupakan upaya mempertemukan antara kepentingan individu dan kepentingan masyarakat.

Industri permesinan pada saat ini dan pada masa-masa yang akan datang, akan membutuhkan tenaga kerja yang mampu menangani kegiatan dalam sistem CAD/CAM. Untuk itu diperlukan suatu sistem pendidikan teknik, khususnya teknik mesin yang mampu mempersiapkan personal sesuai spesifikasi yang diharapkan industri permesinan. Usaha yang paling logis adalah mengembangkan dan menyesuaikan suatu

sistem pendidikan yang akan menghasilkan orang-orang yang kompeten di dalam menangani sistem produksi yang sekarang dikembangkan.

### **Pendidikan Jangka Pendek**

Dalam mengantisipasi masalah ini perlu ada sistem pendidikan yang mampu menangani kebutuhan tenaga kerja dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Untuk mengatasi kebutuhan tenaga kerja dalam jangka pendek, diperlukan pendidikan jangka pendek. Sistem pendidikan jangka pendek yang sudah diselenggarakan biasanya berbentuk pelatihan (training) intensif atau kursus-kursus singkat tentang teknik produksi. sebagian besar training ini diselenggarakan oleh kalangan industri sendiri, misalnya Pendidikan dan Latihan (Diklat) IPTN Bandung, Loka Latihan Keterampilan (Lolapil) PT Petrokimia Gresik, dan sebagainya. Lembaga-lembaga lain yang sudah menyelenggarakan hal serupa misalnya LIPI, MIDC Bandung, dan Pusat Antar Universitas (PAU).

Pendidikan jangka pendek yang berbentuk training digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu training umum dan training khusus. Training umum merupakan training tentang bidang-bidang dasar teknik produksi. Dalam training ini aspek teori dan praktik yang diberikan harus seimbang dan harus dapat dicernakan oleh para peserta dari berbagai bidang dan tingkat pendidikan, mulai dari STM Jurusan Mesin sampai dengan Sarjana Teknik Mesin, Elektro, dan sebagainya. Sedangkan training khusus adalah peningkatan dari training umum dengan mengadakan penekanan dalam bidang tertentu, misalnya operator mesin CNC, programer, teknisi perawatan mekanik atau elektronik, dan sebagainya.

Pendidikan jangka pendek ini bersifat reaktif dan diorientasikan untuk memenuhi kebutuhan saat ini. Karena sifatnya tersebut, maka pendidikan jangka pendek ini tidak begitu adaptif terhadap perkembangan-perkembangan yang terjadi. Usaha untuk mengatasi kelemahan ini, maka pendidikan jangka pendek (training) hendaknya dilaksanakan secara periodik dan berkesinambungan, dengan lingkup materi training disesuaikan dengan kebutuhan.

## **Pendidikan Jangka Panjang**

Pendidikan jangka panjang merupakan pendidikan yang memberikan bekal tentang ilmu pengetahuan yang mendasari teknologi yang digunakan dalam sistem produksi industri permesinan. Dengan menguasai ilmu pengetahuan yang mendasari teknologi sistem produksi, maka diharapkan sangat mendukung kegiatan-kegiatan industri permesinan yang berjalan sangat dinamis dan mampu mengantisipasi setiap perkembangan sistem produksi di masa-masa mendatang.

Pendidikan jangka panjang pada tingkat menengah maupun tingkat tinggi harus memberikan dasar-dasar yang kuat, baik itu dasar-dasar tentang ilmu teknik, dasar-dasar ilmu teknik mesin, maupun dasar-dasar keahlian teknik sistem produksi.

Salah satu langkah yang bisa ditempuh pendidikan jangka panjang tingkat menengah, khususnya yang menghasilkan lulusan sebagai tenaga kerja pada industri permesinan, adalah dengan berusaha meningkatkan dan memperdalam penguasaan lulusan tentang materi pelajaran yang termasuk dalam tiga bidang, yaitu bidang dasar keteknikan, dasar teknik mesin, dan dasar teknik sistem produksi. Jenis mata pelajaran yang mendasari ketiga bidang tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 1**  
**Mata Pelajaran pada Bidang Dasar Keteknikan, Dasar Teknik Mesin, dan Dasar Teknik Sistem Produksi**

Bidang	Mata Pelajaran
Dasar Teknik	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Matematika</li> <li>2. Fisika</li> <li>3. Kimia</li> <li>4. Bahasa Inggris Teknik</li> </ol>
Dasar Teknik Mesin	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggambar Mesin Elemen Mesin</li> <li>2. Mekanika Teknik</li> <li>3. Perpindahan Panas dan Konversi energi</li> <li>4. Proses Produksi &amp; Metrologi Industri</li> <li>5. Material Teknik</li> <li>6. Mekatronik</li> <li>7. Perograman Komputer</li> </ol>
Dasar Teknik Sistem Produksi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mesin Perkakas</li> <li>2. Proses Pemesinan (Pembentukan &amp; Pengelasan) &amp; Proses non konvensional</li> <li>3. Perkakas Bantu</li> <li>4. Perograman NC</li> <li>5. Pengetesan Mesin Perkakas</li> </ol>

Sumber: Muljowidodo & Taufiq Rochim (1987:76).

Peningkatan penguasaan bidang dasar keteknikan dan dasar teknik mesin dimaksudkan agar para lulusan lebih adaptatif dan trainable (siap training) terhadap perkembangan teknologi yang digunakan industri permesinan. Di samping itu, juga dalam rangka memperkuat kemampuan dasar lulusan sehingga memudahkan mereka mengembangkan karier sesuai dengan minat dan kemampuannya.

Kemudian dimasukkannya mata pelajaran pemrograman komputer adalah sebagai upaya penyesuaian (matching) terhadap tuntutan industri permesinan yang dalam berbagai bidang sudah melakukan komputerisasi. Dengan adanya mata pelajaran Komputer, nantinya para lulusan akan familier menyelesaikan masalah-masalah dasar teknik mesin dan teknik sistem produksi dengan bantuan komputer karena diprediksi bahwa untuk masa-masa yang akan datang, keterampilan dasar (basic skill) tenaga kerja untuk industri permesinan telah berkembang. Tidak hanya keterampilan langsung mengoperasikan mesin yang dibutuhkan, akan tetapi juga keterampilan mengoperasikan komputer berikut penguasaan program-program komputer untuk bidang teknik mesin.

Upaya Pendidikan Tinggi agar kelak lulusan yang dihasilkan mampu mendukung sistem produksi yang dikembangkan industri permesinan di masa mendatang, menurut Muljowidodo dan Taufiq Rochim (1987) adalah dengan meningkatkan kedalaman dan keluasan materi pelajaran yang diberikan, baik pada bidang dasar keteknikan, dasar teknik mesin maupun dasar teknik sistem produksi. Selain itu, kepada mereka juga diberikan pengetahuan tentang manajemen sistem produksi, manajemen personalia, manajemen pembiayaan, dan penelitian/penulisan laporan ilmiah. Sedangkan D.Harsokoesoemo dan S.Soemantri (1987) menyatakan, bahwa untuk mendukung pemakaian sistem produksi terpadu CAD/CAM di industri permesinan, maka sebaiknya sistem CAD/CAM ini dimasukkan ke dalam kurikulum pendidikan teknik, khususnya teknik mesin.

## Kesimpulan

Persaingan keras yang dihadapi industri permesinan saat ini, mendorong industri permesinan untuk menggunakan suatu sistem produksi yang mampu menekan serendah