



Manufacturing Engineering

Teknik Manufaktur

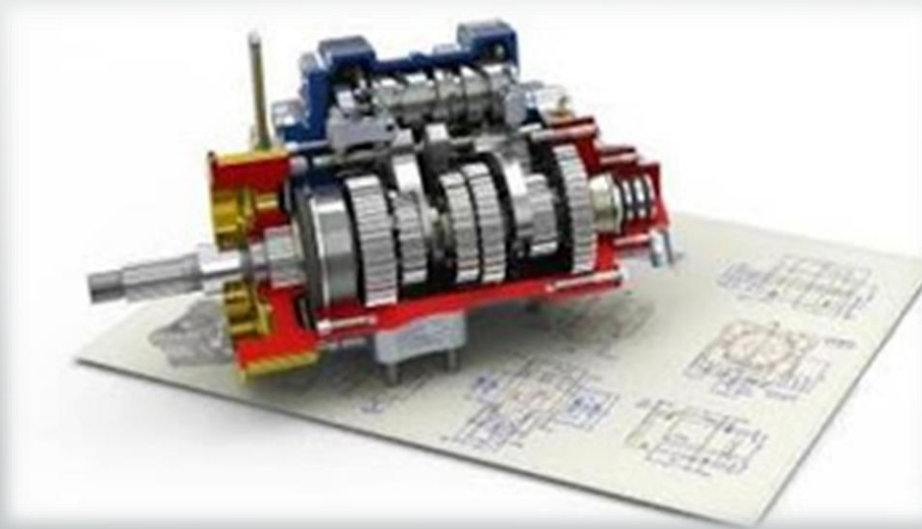
Rendy Renaldi Handoko (E13.2016.00001)

Diana Almaas A R (E13.2017.00023)

Gregorius Aldo F A (E13.2017.00024)

- Kata manufaktur berasal dari bahasa Latin "*manus factus*" yang berarti dibuat dengan tangan. Kata manufacture muncul pertama kali tahun 1576, dan kata manufacturing muncul tahun 1683. Manufaktur, dalam arti luas, adalah proses merubah bahan baku menjadi produk.
- **Teknik manufaktur** adalah disiplin ilmu di bidang teknik yang berhubungan dengan berbagai praktik manufaktur serta penelitian dan pengembangan sistem, proses, mesin, alat, dan perlengkapannya. Teknik manufaktur berhubungan dengan mesin yang mengubah bahan mentah menjadi produk baru.

- **Teknik manufaktur** merupakan bidang yang luas yang mencakup desain dan perkembangan produk. Teknik manufaktur memiliki kesamaan pada beberapa bagian dengan teknik mesin, teknik industri, teknik listrik, teknik elektronik, ilmu komputer, manajemen bahan, dan manajemen operasi. Sukses atau tidaknya teknik manufaktur berdampak secara langsung pada peningkatan di bidang teknologi dan penyebaran inovasi.



- Jika dicermati, bidang ilmu teknik manufaktur sesungguhnya merupakan sinergi (gabungan yang saling menguatkan) dari jurusan teknik mesin dan teknik industri. Dari teknik mesin diadopsi ilmu-ilmu yang terkait dengan perancangan produk dan perancangan proses pembuatan, sedangkan dari teknik industri diadopsi ilmu-ilmu yang terkait dengan pengelolaan sistem di industri manufaktur (industri yang menghasilkan produk manufaktur).



4 hal penting yang harus diperhatikan dalam proses manufaktur yang baik :

1. **Pergerakan bahan** – hal yang dimaksud disini adalah efisiensi bahan dalam proses manufacturing yang meningkatkan produktivitas.
2. **Waktu** – konsumen harus menerima kebutuhan mereka tepat waktu sehingga waktu produksi harus dibuat seefisien mungkin.
3. **Harga** – biaya produksi mulai dari bahan, peralatan, sampai gaji tenaga kerja juga harus diperhatikan supaya tidak membengkak karena akan berimbas pada harga produk.
4. **Kualitas** – walaupun harus menekan waktu dan biaya, kualitas harus tetap terjaga.

Manufaktur Modern

Hal-hal yang ada di manufaktur modern :

1. Just-in-Time Manufacturing

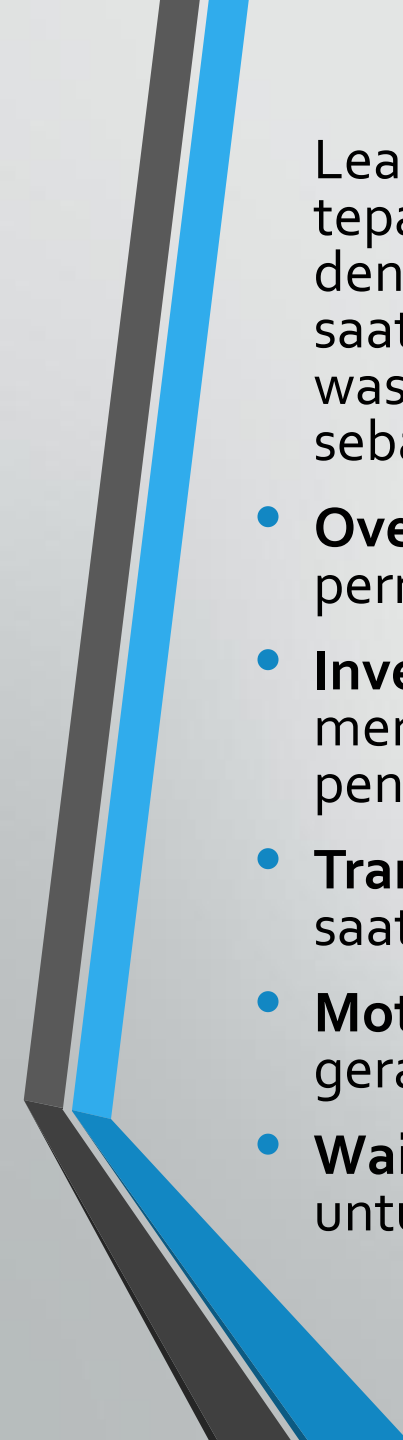
Just-in-Time (JIT) manufacturing artinya manufaktur yang tepat waktu. JIT adalah model produksi dimana barang dibuat untuk memenuhi permintaan jadi barang diproduksi hanya ketika dibutuhkan. Tujuan JIT adalah untuk menghindari produksi berlebihan, waktu terbuang saat menunggu tahap produksi selanjutnya, dan persediaan berlebihan. 3 hal tersebut merupakan bagian dari 'seven wastes' (7 pemborosan yang diidentifikasi oleh Toyota). JIT dipakai dalam sistem produksi Toyota. Konsep JIT dijelaskan oleh Henry Ford di bukunya tahun 1923, 'My Life and Work'.

2. Flexible Manufacturing

Flexible manufacturing system (FMS) adalah sistem manufaktur yang cukup fleksibel untuk bereaksi pada perubahan produksi. FMS terdiri dari dua. Yang pertama, mesin yang mengizinkan sistem berubah untuk memproduksi produk baru atau mengubah operasi di beberapa bagian. Yang kedua, kemampuan untuk menggunakan banyak mesin untuk operasi yang sama.

3. Lean Manufacturing

Lean manufacturing adalah cara berpikir, filosofi, metode dan strategi manajemen untuk meningkatkan efisiensi di lini manufaktur atau produksi. Tujuan utama lean manufacturing adalah meminimalisir atau menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (waste).

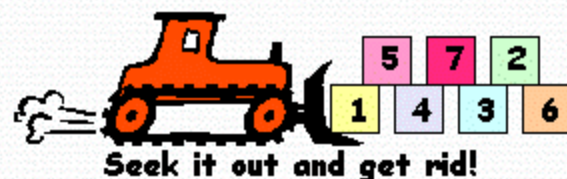


Lean manufacturing fokus untuk membuat barang yang tepat berada di tempat yang tepat pada saat yang tepat dengan kualitas yang tepat untuk mencapai kerja sempurna saat meminimalisir 'waste' dan menjadi fleksibel. 'Seven wastes' yang menjadi fokus lean manufacturing adalah sebagai berikut:

- **Overproduction** – (produksi yang berlebihan tanpa ada permintaan dari konsumen)
- **Inventory** – (barang jadi, barang setengah jadi, dan bahan mentah yang berlebihan sehingga membutuhkan tempat penyimpanan)
- **Transportasi** – (pemindahan barang saat yang tidak perlu saat proses produksi)
- **Motion** – (pekerja maupun mesin melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu)
- **Waiting** – (pekerja maupun mesin yang harus menunggu untuk melakukan pekerjaan)

The 7 Wastes

MUDA is the Japanese word for WASTE.



Over Processing



Processing beyond the standard required by the customer.

Rework

Non right first time. Repetition or correction of a process.



Transportation



Unnecessary movement of people or parts between processes.

Copyright TE 2010

Overproduction



To produce sooner, faster or in greater quantities than customer demand.

Inventory



Raw material, work in progress or finished goods which is not having value added to it.

Waiting



People or parts that wait for a work cycle to be completed.

Motion



Unnecessary movement of people, parts or machines within a process.



4. Life Cycle Manufacturing

Life Cycle Analysis (LCA) adalah metoda pengujian pengaruh penyediaan suatu bahan atau produk secara lengkap, mulai dari penyediaan bahan dasar, proses pengolahan, distribusi sampai dengan penjualan ke konsumen, terhadap lingkungan. Tahap pelaksanaan LCA :

- Penentuan tujuan dan cakupan kajian
- Analisis inventarisasi (identifikasi input dari lingkungan pada sistem dan output dari sistem ke lingkungan)
- Penilaian dampak (identifikasi banyaknya emisi yang dikeluarkan sistem ke lingkungan serta dampaknya terhadap lingkungan)
- Interpretasi (identifikasi, kualifikasi, pengecekan, dan mengevaluasi informasi dari hasil analisis inventarisasi dan penilaian dampak)
- Penulisan laporan, critical review, dan penerapan LCA

Tugas Insinyur Manufaktur :

- Mengidentifikasi peluang atau menerapkan perubahan untuk meningkatkan produk atau mengurangi biaya menggunakan pengetahuan tentang proses fabrikasi, peralatan dan perkakas produksi, metode perakitan, standar kontrol kualitas, atau desain produk, bahan dan bagian
- Menentukan akar penyebab kegagalan menggunakan metode statistik dan merekomendasikan perubahan desain, toleransi, atau metode pengolahan
- Memberikan keahlian atau dukungan teknis yang berkaitan dengan manufaktur
- Memasukkan metode dan proses baru untuk meningkatkan operasi yang ada
- Mengawasi teknisi, ahli teknologi, analis, staf administrasi, atau insinyur lainnya

Pengetahuan Dasar Insinyur Manufaktur :

- **Desain**

Pengetahuan tentang teknik, peralatan dan prinsip desain termasuk dalam memproduksi rencana teknikal yang presisi, cetak biru, gambar dan model.

- **Rekayasa dan Teknologi**

Pengetahuan tentang aplikasi praktis dalam ilmu rekayasa dan teknologi. Hal ini termasuk penerapan prinsip, teknik, prosedur, dan peralatan untuk mendesain dan memproduksi berbagai barang dan jasa.

- **Matematika**

Pengetahuan tentang aritmatika, aljabar, geometri, kalkulus, statistik, dan aplikasinya.

- **Mekanis**

Pengetahuan tentang mesin dan peralatan, termasuk desain, fungsi, perbaikan, dan perawatan.

- **Produksi dan Pengolahan**

Pengetahuan tentang bahan mentah, proses produksi, kontrol kualitas, biaya, dan teknik lainnya dalam memaksimalkan keefektifan manufaktur dan distribusi barang.



Keterampilan Utama Insinyur Manufaktur :

- **Aktif Mendengarkan**

Memberikan perhatian penuh pada perkataan orang lain, menyisihkan waktu memahami poin yang disampaikan, mengajukan pertanyaan sewajarnya, dan tidak menyela pada waktu yang tidak tepat

- **Penyelesaian Masalah yang Kompleks**

Mengidentifikasi masalah yang kompleks dan mengulas informasi terkait dalam rangka mengembangkan dan mengevaluasi pilihan serta solusi yang dapat diterapkan.

- **Pertimbangan dan Pengambilan Keputusan**

Mempertimbangkan kekurangan dan kelebihan dari pilihan tindakan yang potensial untuk memilih tindakan yang paling tepat.

- **Pemahaman Membaca**

Memahami kalimat dan paragraf yang ditulis dalam dokumen kerja.

- **Berbicara**

Berbicara pada orang lain untuk menyampaikan informasi secara efektif



Kemampuan Insinyur Manufaktur :

- **Penalaran Deduktif** - Kemampuan untuk menerapkan peraturan umum dalam masalah tertentu dalam rangka menghasilkan jawaban yang masuk akal.
- **Penalaran Matematika** - Kemampuan untuk memilih metode dan formula matematika yang tepat untuk menyelesaikan masalah.
- **Penglihatan Jarak Dekat** - Kemampuan untuk melihat detail dalam jarak dekat (jarak beberapa kaki dari objek).
- **Sensitivitas Masalah** - Kemampuan untuk memberitahu ketika terdapat sesuatu yang salah atau mungkin salah. Hal ini tidak melibatkan penyelesaian masalah, hanya mengetahui jika terdapat suatu masalah.
- **Fleksibilitas Kategori** - kemampuan untuk menghasilkan atau menggunakan kelompok aturan yang berbeda untuk menggabungkan atau mengelompokkan sesuatu dengan cara baru.

Prospek kerja sarjana lulusan Teknik Manufaktur :

- **Product Design and Development** (perancangan dan pengembangan produk): melakukan perancangan dan pengembangan produk, untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia maupun untuk keperluan peralatan (produk) industri.
- **Process Planner** (perencana proses produksi): melakukan analisa dan perencanaan tahapan proses produksi untuk membuat produk manufaktur
- **Production Engineer** (pengawas dan pengendali produksi): Melakukan pengawasan dan bertindak agar proses produksi dapat berlangsung dengan baik

- **Maintenance Engineer** : melakukan perawatan/perbaikan fasilitas dan peralatan produksi
- **Production Planer and Inventory Controller** : melakukan pengelolaan system produksi/manufaktur, seperti penjadwalan produksi, mengatur persediaan bahan baku optimasi proses produksi dsb
- **Quality Control Engineer** : melakukan pengendalian kualitas produk
- **Sales Engineer** : melakukan aktifitas penjualan dan pemasaran produk manufaktur.



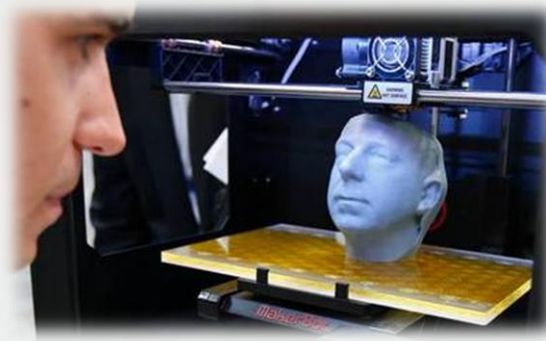
Profesi Terkait Teknik Manufaktur :

- Teknisi Mekanik Radio
- Manajer Produksi Industri
- Ahli Teknik Mesin
- Ahli Fisika
- Teknisi Produksi Manufaktur
- Ahli Teknik Industri
- Ahli Teknik Energi Angin



Penerapan Teknik Manufaktur

Teknologi 3D Printing



- 3D printing ada dalam proses manufaktur sebagai *additive manufacturing* atau membuat sebuah benda secara lapis per lapis. Teknologi 3DP ini dapat dengan mudah digunakan dengan 3D printer dan file objek yang ingin dibentuk. Di negara-negara maju, 3D printer dapat ditemukan di banyak tempat. Namun, tempat-tempat yang menyediakan 3D printer di Indonesia masih terbatas. Hal ini dikarenakan harga dari 3D printer yang cukup jauh di atas printer biasa.

Beberapa alasan 3DP akan merubah dunia manufaktur adalah :

- **1. Kemudahan dalam Membuat Benda**

Dengan 3DP, semua orang dapat dengan mudah membuat benda yang dibutuhkan meskipun benda tersebut sangatlah rumit atau sangat sulit dibuat dengan metode konvensional.

- **2. Hemat Bahan**

3DP adalah proses membuat benda secara lapis per lapis. Untuk benda yang memiliki harga cukup mahal, 3DP dapat mengurangi kerugian akibat bahan yang terbuang.

- **3. Dapat Dilakukan di Rumah**

3DP dapat dilakukan hampir dimana saja asalkan ada 3D printer, komputer, dan file (biasanya dalam format .CAD) dari benda yang ingin dibentuk. Teknologi ini memungkinkan proses manufaktur untuk dilakukan di rumah (*home manufacturing*).



Variabilitas Dan “Six Sigma” dalam Manufaktur

- Variabilitas dalam hasil produksi manufaktur tentunya akan selalu ada. Hal ini dapat disebabkan karena peralatan yang kurang baik, gangguan dalam kinerja manusia, hasil yang tak terduga, dan sebagainya. Dari hasil produksi yang beragam, tentu diperlukan kontrol kualitas produksi atau batas toleransi. Dari variabilitas data yang didapatkan, pertama-tama kita dapat menghitung rata-rata dari hasil yang kita dapatkan. Rata-rata dari suatu data dapat dihitung dengan:

$$\bar{x} = \left(\sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N} \right)$$

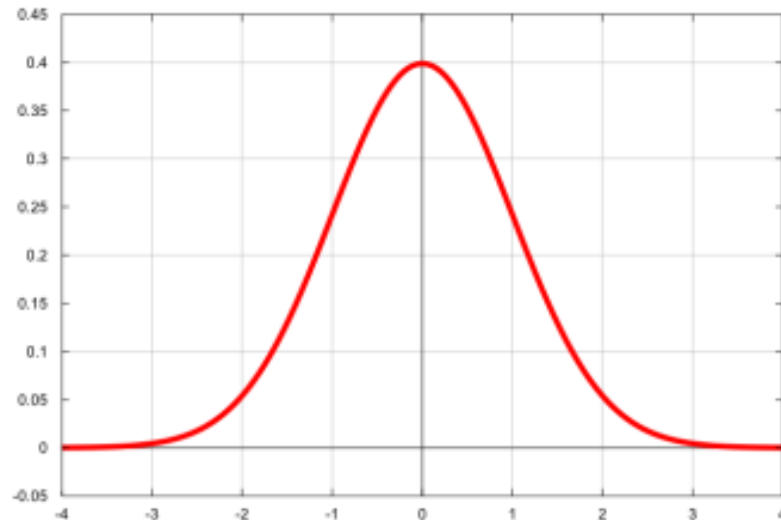
- Dimana $\bar{x}$ adalah rata-rata, x_i adalah data ke-i, dan N adalah jumlah data.

- Namun, rata-rata tidaklah cukup untuk mengetahui hasil yang sebenarnya. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, dapat digunakan standar deviasi (σ). Standar deviasi dapat dihitung dengan:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\bar{x} - x_i)^2}{N}}$$

- Dimana σ adalah standar deviasi
- $\bar{x}$ adalah rata-rata
- x_i adalah data ke- i
- N adalah jumlah data.

- Selanjutnya, kita analisis distribusi data yang kita miliki. Terdapat beberapa tipe analisis statistik dari distribusi data, salah satunya yang paling umum adalah distribusi normal/*bell curve*/*Gaussian distribution*, yaitu distribusi data dimana data terbanyak merupakan data dimana deviasi(selisih) dengan rata-ratanya adalah 0. Berikut adalah kurva distribusi normal.



- Sumbu ordinat menunjukkan frekuensi data yang muncul atau probabilitas data. Sedangkan absis (Z) menunjukkan selisih data dengan rata-rata dibagi dengan standar deviasi, atau

$$Z = \frac{(\bar{x} - x_i)}{\sigma}$$

- Persamaan teoritis dari ordinat yaitu

$$Frequency = \frac{\exp(-0.5Z^2)}{\sigma\sqrt{2\pi}}$$

- Dari sistem koordinat tersebut, luas dibawah kurva adalah 1. Ini berarti 100% data terdapat dibawah kurva. Dalam bentuk resmi, absis dapat dikatakan sebagai standar deviasi tiap titik.

Dari hal-hal tersebut berarti:

- Untuk $Z=\pm 1\sigma$, area di bawah kurva mengandung 68% dari data
- Untuk $Z=\pm 2\sigma$, area di bawah kurva mengandung 95% dari data
- Untuk $Z=\pm 3\sigma$, area di bawah kurva mengandung 99.7% dari data

Dalam manufaktur penghitungan hal-hal di atas sangat berguna dalam penentuan kualitas hasil yang memenuhi syarat toleransi. Proses manufaktur "Six Sigma" berarti mengeluarkan/menolak hasil dimana . Ini berarti hanya sedikit hasil cacat yang di luar toleransi, area dibawah ujung kurva distribusi normal sangatlah kecil (sekitar 3.4 per sejuta). Hal ini dapat berpengaruh besar pada biaya produksi suatu proses manufaktur.

PROSES MANUFAKTUR

- Proses manufaktur merupakan suatu proses pembuatan benda dari bahan baku sampai barang jadi atau setengah jadi dengan atau tanpa proses tambahan

A. Proses Pengurangan Bahan (*Subtractive Processes*)

Adalah suatu proses yang digunakan untuk menghilangkan sebagian dimensi dari benda kerja dengan mempergunakan mesin perkakas. Proses ini dapat dikelompokkan menjadi 3 proses lagi, yaitu :

1. Proses membubut (*Turning*)

Adalah proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja.



2. Proses menggurdi (*Drilling*)

Adalah proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (twist drill).

3. Proses mengefreis (*Milling*)

Adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak yang mengitari pisau ini bisa menghasilkan proses pemesian lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung.

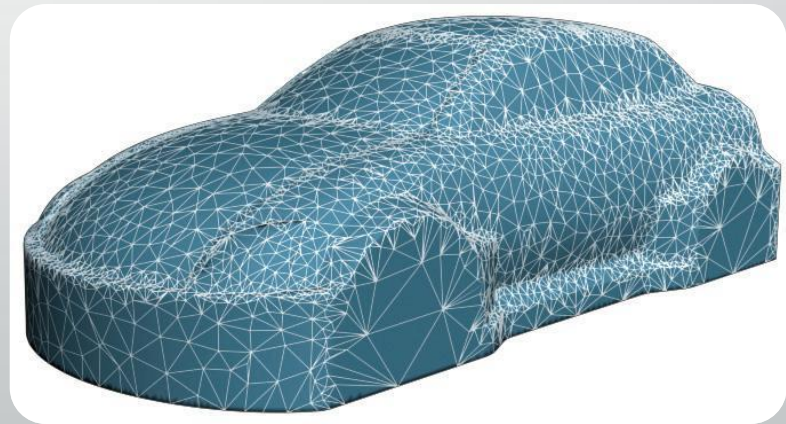


B. Proses Tambahan (*Additive Processes*)

Adalah proses penambahan material, seperti :

1. *Rapid Prototyping*

Rapid Prototyping (RP) dapat didefinisikan sebagai metode-metode yang digunakan untuk membuat model berskala (prototipe) dari mulai bagian suatu produk (part) ataupun rakitan produk (assembly) secara cepat dengan menggunakan data Computer Aided Design (CAD) tiga dimensi. Rapid Prototyping memungkinkan visualisasi suatu gambar tiga dimensi menjadi benda tiga dimensi asli yang mempunyai volume.



2. *Stereolithography*

Stereolithography adalah proses manufaktur yang digunakan untuk membuat model spesifikasi klien model-model yang dibuat menggunakan teknologi ini bervariasi dalam ukuran dan teknis hasil spesifik stereolithography akan menjadi sebuah replika dari ide asli proses ini sering disebut sebagai 3d printing, foto solidifikasi, optik fabrikasi, pencitraan padat atau padat fabrikasi berbentuk bebas.



C. Continuous Processes

Adalah proses memproduksi barang secara kontinu (terus menerus). Yang termasuk dalam proses ini adalah :

1. Tekanan (*Extrusion*)

Adalah proses pembentukan logam yang bertujuan untuk mereduksi atau mengecilkan penampang dengan cara menekan bahan logam melalui rongga cetakan

2. Pultrusion

Adalah proses perpindahan serat dalam mesin.



D. Net Shape Processes

Adalah proses yang terjadi ketika produk sudah mendekati bentuk akhirnya.

1. Proses Pengecoran (*Casting*)

Pengecoran adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan komponen dengan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi.

2. Proses Pembentukan (*Forming*)

Proses pembentukan adalah melakukan perubahan bentuk pada benda kerja dengan cara memberikan gaya luar sehingga terjadi **deformasi plastis**.

3. Proses thermal

Adalah proses pendinginan cetakan logam.

Contoh :

Proses Pembuatan Baja

