

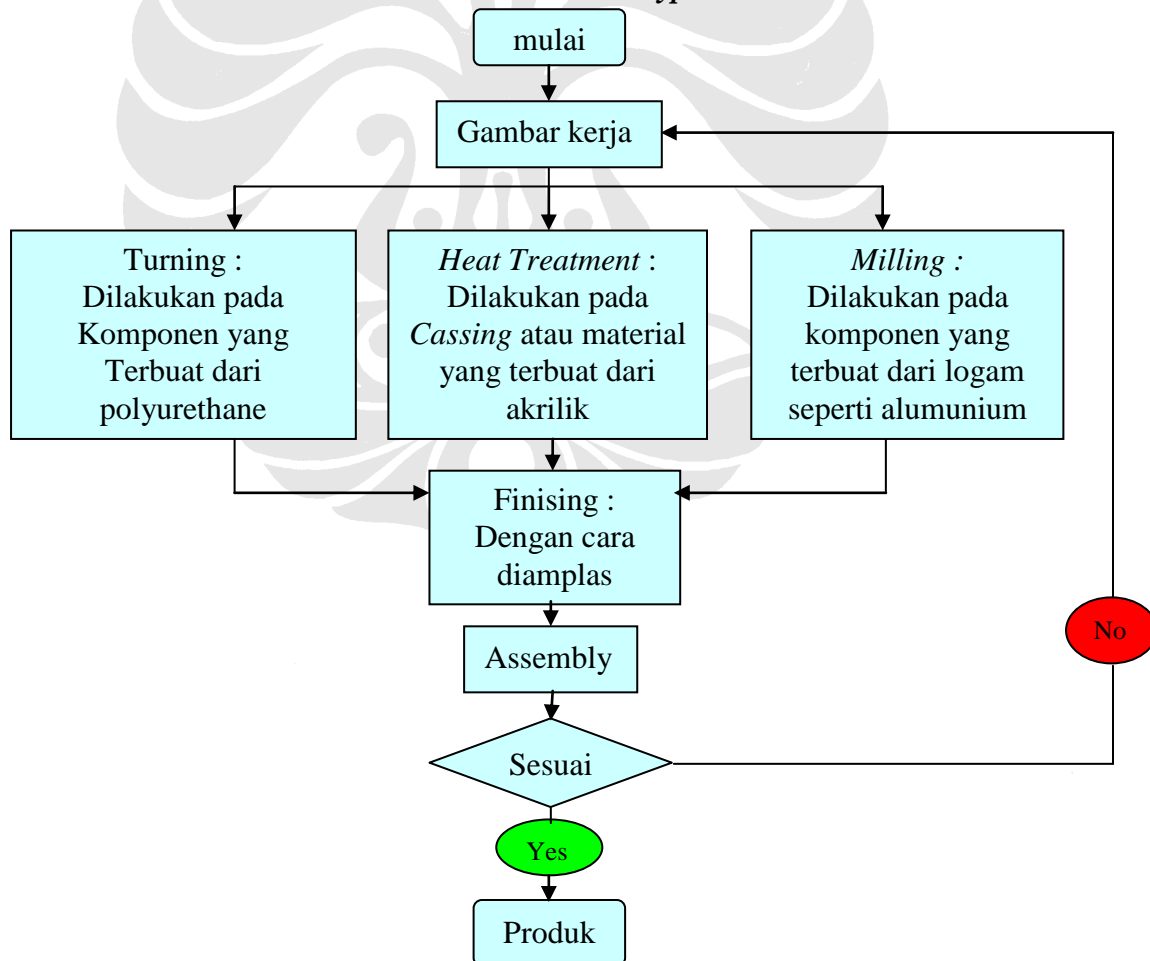
BAB II

DASAR-DASAR MANUFAKTUR PRODUK

II.1 Prinsip Dasar Manufaktur Produk

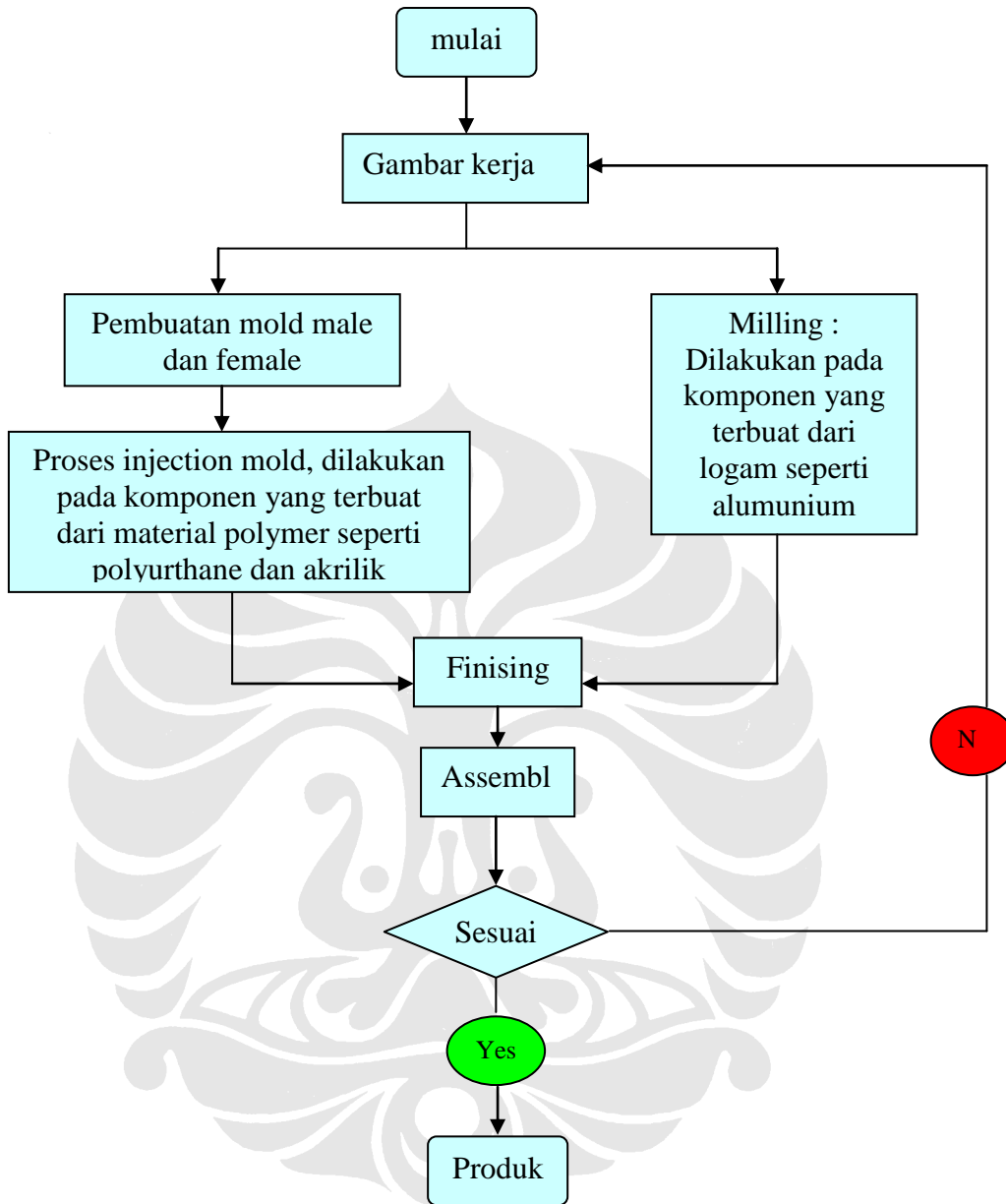
Dalam prinsip dasar proses manufaktur suatu produk saya akan mengklasifikasikan untuk manufaktur produk *prototype* dan manufaktur produk massal, berikut alur untuk proses manufaktur produk *prototype* dan alur proses manufaktur produk massal :

a. Alur Proses Manufaktur Produk *Prototype*



Gambar II.1 : Bagan proses manufaktur produk *prototype*

b. Alur Proses Manufaktur Produk Massal



Gambar II.2 : Bagan proses manufaktur produk massal

Dari bagan di atas, setelah gambar didapat dari proses mendesain produk maka gambar akan dijadikan dasar dalam proses manufaktur. Pada bagan proses manufaktur produk *prototype* terdapat perbedaan dengan bagan proses manufaktur untuk produk massal. Hal ini, dikarenakan dalam produksi *prototype* bertujuan untuk menghasilkan produk *prototype* yang akan dijadikan dasar untuk produksi massal dan untuk memastikan produk itu layak untuk diproduksi massal atau tidak. Oleh karena itu, diperlukan produksi *prototype* untuk memastikan produk itu bisa bekerja sesuai yang

diinginkan atau tidak. Kemudian setelah itu produksi massal bisa dilaksanakan. Proses yang dikerjakan pada proses manufaktur produk *prototype* adalah *turning*, *milling*, dan *heat treatment*. Sedangkan untuk manufaktur produksi massal adalah *injection molding* dan *milling* yaitu untuk komponen-komponen yang tidak bisa dilakukan *injection molding* seperti aluminium dsb.

II.2 Dasar-Dasar Proses Manufaktur

Dalam mendesain *toothpaste dispenser* kita tidak lepas dari bagaimana cara kita memanufaktur dari alat yang sudah kita desain. Seperti pertanyaan apakah desain yang telah kita buat bisa untuk diproduksi atau tidak? Karena dalam membuat suatu produk tidak lepas dari hal tersebut. Berbeda dengan merancang, dalam merancang kita dituntut untuk membuat sebegitu mungkin atau semaksimal mungkin mengemukakan ide-ide dari desain suatu produk.

Dalam proses manufaktur *toothpaste dispenser*. Kita akan lakukan beberapa proses. Proses produksi untuk produk yang kita buat masih dalam tahap *prototype*. Berikut beberapa proses manufaktur yang terjadi dalam *prototype* tersebut, diantaranya :

a. Proses *turning*

Proses *turning* dilakukan pada komponen-komponen yang berbentuk bulat dan akan dilakukan pembuangan permukaan, pembuatan ulir, dan *boring*. Dalam setiap pengerjaan *turning* terlebih dahulu akan dilakukan proses *roughing* atau proses pembubutan kasar. Proses ini berguna untuk membuang material. Kemudian dilakukan proses *finishing* untuk mendapatkan *surface finish* yang diinginkan.

Dalam melakukan proses *turning* kita akan melakukan proses *facing* (pembubutan *face*). Proses ini bertujuan untuk mengurangi panjang. Dalam perhitungan proses *facing* bisa digunakan menggunakan rumus[7] :

$$T_f = \frac{\pi D^2}{4000 V_c f} \quad (II.1)$$

Keterangan : T_f = waktu *facing* (menit)

D = Diamter benda kerja(mm)

V_c = *Cutting speed* (m/menit)

f = *feedrate* (mm/rev)

Kemudian dilakukan juga proses *surface turning* (pembubutan *surface*). Proses ini bertujuan untuk pengurangan diameter agar didapat diameter yang diinginkan. Waktu untuk mengetahui lamanya proses *surface turning* dapat dicari menggunakan rumus[7] :

$$T_s = \frac{P}{f \times r \times \text{rpm}} \quad (\text{II.2})$$

Keterangan : T_s = waktu *surface turning* (menit)

P = Panjang workpiece (mm)

f = *feedrate* (mm/rev)

rpm = rotasi dalam 1 menit (rev/menit)

Dari dua rumus tersebut maka akan diketahui waktu untuk menghasilkan satu komponen melalui proses *turning*.

Kekasaran dalam proses *turning* juga diperlukan untuk menghasilkan *surface finish* sesuai dengan yang kita inginkan. Kekasaran tersebut ditentukan oleh *feedrate* dan *radius nose*. Untuk mendapatkan kekasaran yang kita inginkan dalam proses *turning* bisa menggunakan rumus sebagai berikut[8] :

$$h = \frac{f^2}{8Rc} \times 1000 \quad (\text{II.3})$$

Keerangan : h = kekasaran (μm)

f = *feedrate* (mm/rev)

Rc = *Radius nose* (mm)

Dari rumus tersebut maka akan didapat kekasaran permukaan suatu benda kerja dengan satuan micrometer.

b. Proses *milling*

Proses *milling* dikerjakan pada material yang terbuat dari akrilik, contohnya pada *Casing Pump Toothpaste Dispenser*. Dalam proses *milling* dilakukan proses pemakanan permukaan material sehingga didapatkan profil permukaan yang sesuai dengan desain yang diinginkan. Pada *Casing Pump Toothpaste Dispenser* proses ini dikerjakan untuk mendapatkan profil untuk tempat gantungan *casing* ke dinding.

c. Proses *heat treatment*

Proses *heat treatment* dikerjakan pada material akrilik penutup *Casing Pump Toothpaste Dispenser*. *Heat treatment* dilakukan dengan memanaskan material

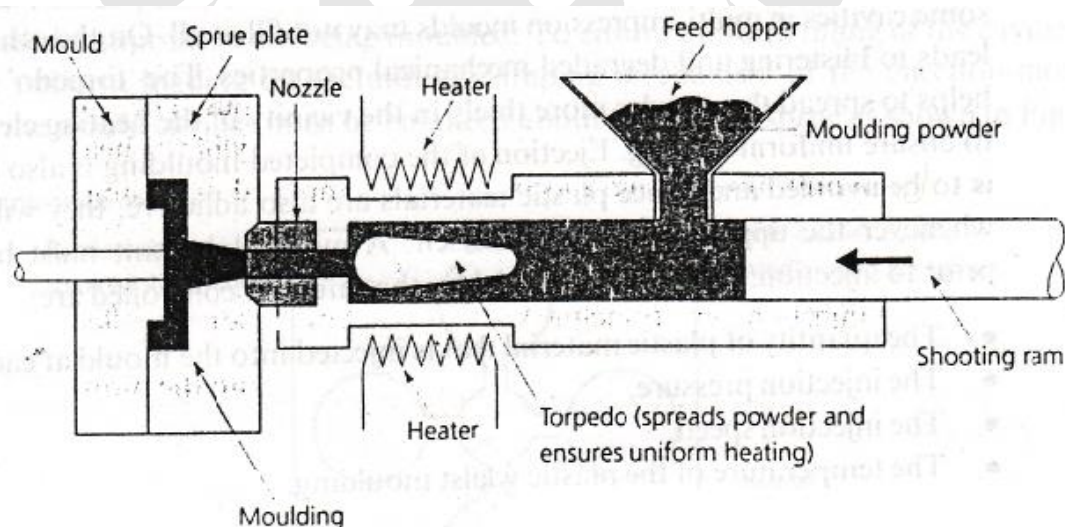
akrilik sehingga akrilik dapat dibentuk sesuai dengan desain yang diinginkan dan juga *surface finish* yang mengkilap terutama untuk daerah bekas proses *milling* atau *cutting*. Pemanasan dilakukan dengan memasukan akrilik ke dalam sebuah oven, proses ini dilakukan sampai panas dianggap cukup atau dibawah temperatur titik lebur akrilik dan masih berada di daerah plastis zone sehingga akrilik mudah dibentuk.

d. finishing

Proses yang dilakukan pada tahap terakhir yaitu pengamplasan bagian-bagian hasil *turning* dan *milling* sehingga mendapat permukaan yang halus. Proses ini sangat berguna terutama untuk bagian sistem pompa yaitu daerah yang bergesekan dengan katup pompa serta daerah luar *toothpaste dispenser*.

e. Molding

Proses produksi massal yang akan dilakukan dalam pembuatan komponen *toothpaste dispenser* tidak akan menggunakan proses produksi yang dilakukan pada pembuatan komponen *prototype*. Hal ini bertujuan untuk menghemat waktu dan biaya, oleh karena itu proses produksi untuk produk massal ini menggunakan teknik *injection mold*.. Berikut ini merupakan bagian-bagian yang terdapat di dalam proses *injection mold* :



Gambar II.3 : Ram feed injection [3]

Dalam proses tersebut ada 6 syarat dasar yang harus diperhatikan :

1. Mold cavity :

- Memiliki bentuk dan ukuran sesuai yang di inginkan.

- Harus mempertimbangkan *allowance* untuk *shrinkage* .
- Material *Mold* harus tahan dan tidak bereaksi terhadap material cair karena produk tidak boleh mengandung material *mold*.

2. *Melting process* (Proses pelelehan) :

- Harus dapat menghasilkan material cair pada suhu yang sesuai dan pada jumlah & kualitas yang diinginkan.

3. *Injection process*:

- Harus memiliki mekanisme untuk menginjeksikan material cair ke dalam mold.
- Harus ada mekanisme untuk menghilangkan udara/gas yang ada (terjebak) di dalam *cavity* sebelum proses penuangan.

4. *Solidification process* (Proses pembekuan) :

- Harus di rancang dan di kendalikan dengan baik karena pembekuan material cair tidak boleh menyebabkan porositas dan rongga (*void*).
- Mold tidak boleh membatasi terjadinya *shrinkage* pada proses pendinginan secara berlebihan karena menyebabkan casting mudah *crack* (retak) dan kekuatannya rendah.

5. *Mold and (casted) part removal* :

- Harus dapat membuka mold dan melepas produk (*casted material*) dengan mudah dan tidak menyebabkan cacat pada part.

6. *Finishing operation* :

Pembersihan pada permukaan produk terhadap : material mold, material lebih (dari material produk itu sendiri) yang terbentuk saat penuangan dan *solidifikasi* yang terjadi sepanjang *parting line*.

Dari hal-hal yang harus diperhatikan diatas, kadang masih timbul kendala yang terjadi pada saat proses *injection molding*, hambatan tersebut meliputi :

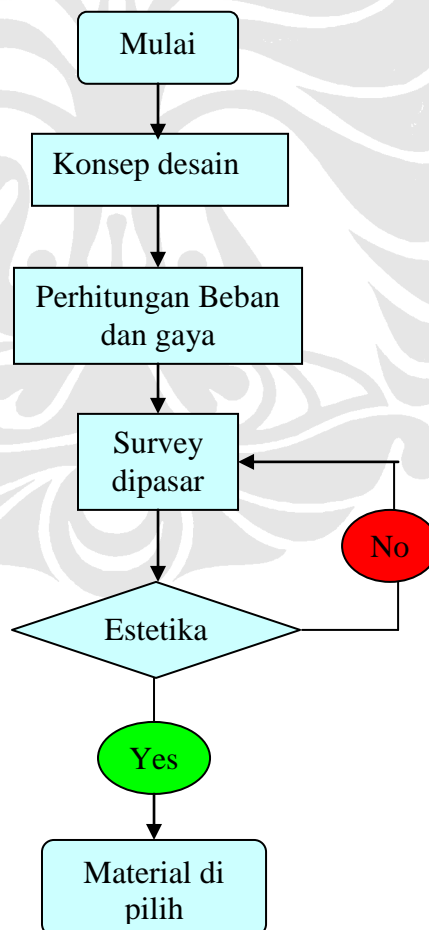
- *Feed hooper* tempat masuknya material sering macet, hal ini disebabkan karena lengketnya material.
- *Ejector* tidak mampu melepas benda yang sudah terbentuk dari *mold*. Untuk menanggulangnya biasa disemprotkan gas *silicon* sehingga material yang tersumbat dapat terlepas.

- Bahan material sering mengandung sedikit logam, hal ini akan menyebabkan *nosel* tersumbat sehingga tidak mampu menyemprotkan material.

Pipa pendingin pada *mold* tersumbat, sehingga menyebabkan proses *cooling* pada *mold* tidak berjalan dengan baik

II.3 Pemilihan Material

Pemilihan material untuk *toothpaste dispenser* sangat penting sekali dalam proses manufaktur karena disamping berhubungan dengan harga material itu sendiri juga akan berpengaruh ke proses manufaktur yang akan dilakukan. Oleh karena itu, kami mencoba membuat bagan konvensional untuk pemilihan material seperti yang tampak di bawah ini, sebagai berikut :



Gambar II.4 : Bagan konvensional proses pemilihan material

Dalam pemilihan material, setelah konsep desain didapat dan kemudian dilakukan perhitungan beban dan gaya yang bekerja pada komponen-komponen maka selanjutnya akan dilakukan survey ke pasar apakah barang tersebut ada di pasar atau tidak dan tentunya tidak menghilangkan nilai estetika. Nilai estetika ini bisa kita artikan sebagai berikut dalam proses pemilihan *casing* sebetulnya kita bisa memakai bahan seperti kayu lapis, kaca, plat besi akan tetapi mengapa kita memilih material *casing* dari *acrylic* karena material tersebut transparan sehingga bisa tembus pandang, lebih ringan, tahan terhadap air, dan mudah dibentuk sehingga sangat menambah nilai estetikanya. Setelah semua nilai estetika tersebut cocok baru dapat diambil kesimpulan bahwa material tersebut cocok untuk produk tersebut.

Dalam memilih material ada 4 faktor yang biasanya dipertimbangkan, yakni lingkungan, desain, harga dan proses pembuatan. Empat faktor ini dapat bekerja maksimal jika direncanakan dengan baik oleh sebuah manajemen yang baik juga.

Empat kriteria dalam pemilihan material:

- *Property* dari material tersebut
- Karakteristik dalam pemrosesan
- Dampak terhadap lingkungan
- Pertimbangan biaya.

Langkah-langkah dalam proses pemilihan bahan

- Pemilihan material berdasarkan *property* ditentukan setelah kita melihat desain yang telah ada, dari desain maka akan diketahui bagian atau komponen mana yang akan menerima pembebanan lebih sehingga dapat disesuaikan dengan *property* dari material yang akan dipilih
- Penyortiran dari material yang dipilih untuk menyesuaikan kemampuan mesin dari material tersebut, sehingga proses produksi mampu berjalan dengan baik.
- Pemilihan kandidat material, analisa material-material yang telah di-sortir dengan metode *trade-offs* untuk performans produk, biaya, ketersediaan untuk memilih yang terbaik dan dampaknya pada lingkungan hidup yang ada disekitarnya.
- Mengembangkan data desain, dengan melakukan eksperimen untuk mendapatkan data statistik yang teruji dari performansi material dalam kondisi servisnya.

Karakteristik material yang harus diperhatikan ketika memilihnya adalah:

- Karakteristik Mekanik
- Karakteristik Fisika
- Karakteristik Kimia
- Karakteristik Manufaktur

Saat ini penentuan material tidak hanya berdasarkan kemampuan material dalam menerima beban dan mampu bekerja dengan baik tetapi harus memperhatikan lingkungan dan kepuasan dari para pelanggan, jadi perlu diperhatikan hal-hal dibawah ini :

- Penampilan (baik ketika mentah maupun menjadi produk), al: warna, tekstur,dll.
- Umur pakai, al: *wear, creep, fatigue*, stabil.
- Dapat di-daur ulang (*conservation*).
- Masalah limbah dari material yang akan di pakai.
- Kandungan zat racun dari material.

Metode pemilihan material antara lain:

- *Cost vs performance indices.*
- *Weighted property indices.*
- *Value analysis.*
- *Failure analysis*
- *Benefit-cost analysis.*