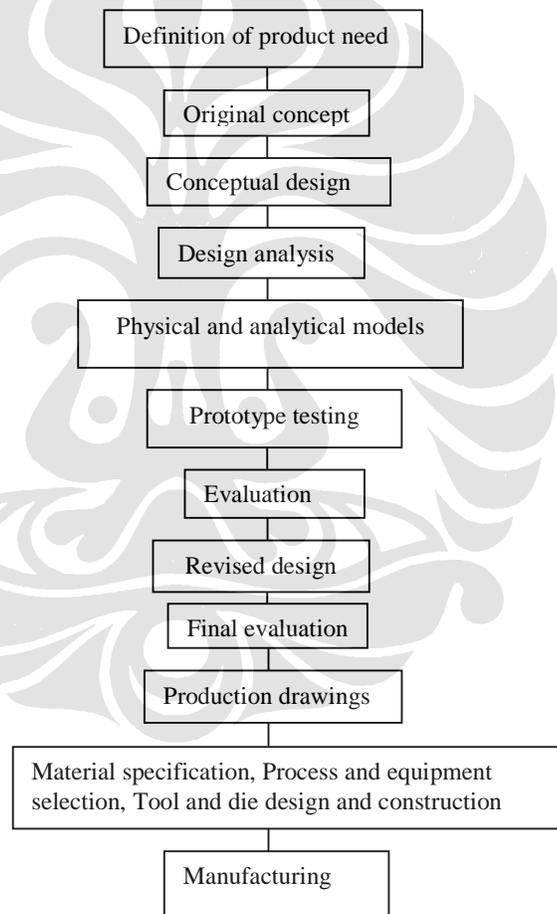


## BAB II

# DASAR-DASAR PERANCANGAN PRODUK

## II.1 Prinsip Dasar Perancangan Produk

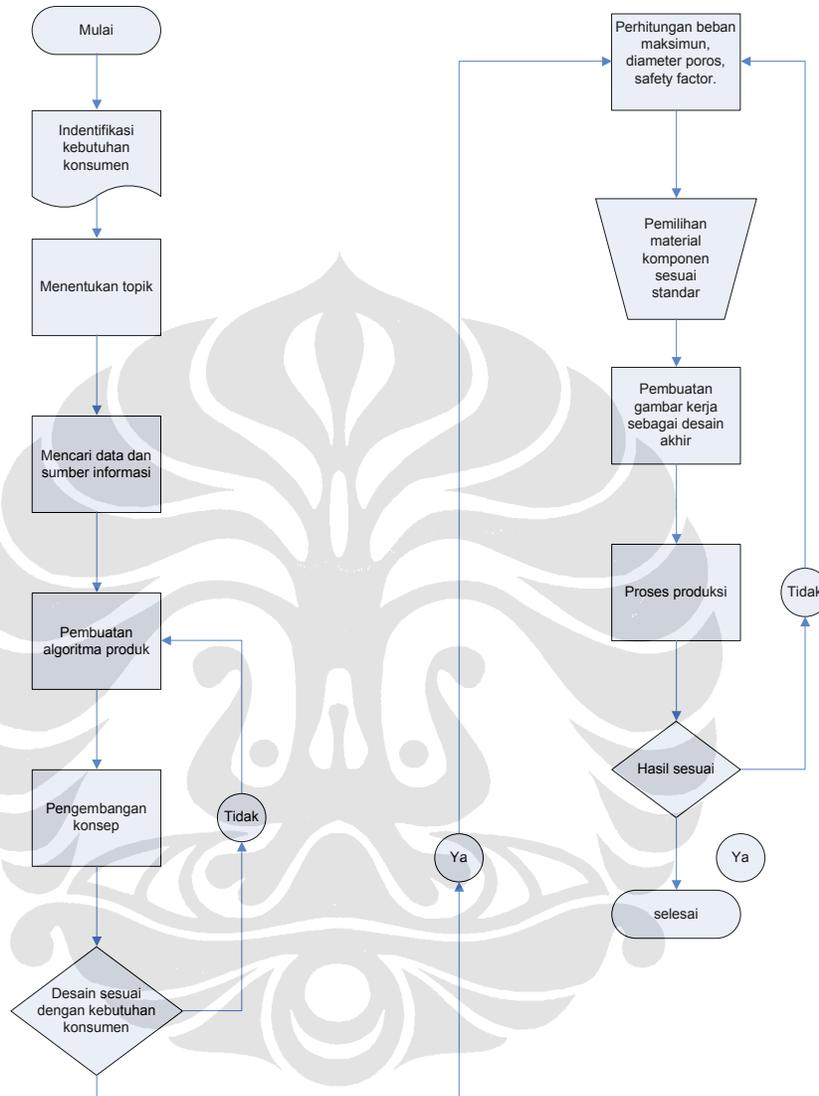
Dalam merancang produk terdapat langkah-langkah yang perlu dilakukan, langkah-langkah tersebut meliputi :



Gambar II.1 : pendekatan pengembangan produk [1]

Bagan diatas merupakan dasar dalam menentukan langkah-langkah perancangan pada umumnya. Tetapi dalam pelaksanaan perancangan *Toothpaste Dispenser* ini, kami

melakukan langkah-langkah perancangan yang berbeda tetapi tetap mengacu pada bagan diatas. Langkah-langkah tersebut meliputi :



Gambar II.2 : Diagram alir perancangan produk

Tahap pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi kebutuhan konsumen, konsumen menginginkan produk yang dapat mempermudah rutinitas menyikat gigi. Rutinitas menyikat gigi walaupun dianggap sepele dan mudah dilakukan, tetapi pada kenyataannya aktifitas ini banyak membuang waktu karena dalam prosesnya konsumen harus mengambil pasta gigi, membuka pasta gigi, menuangkan pasta gigi pada sikat gigi, menutup pasta gigi kembali dan meletakkan pasta gigi pada tempatnya semula. Kegiatan

ini akan lebih sulit jika pasta gigi yang akan digunakan sudah mulai habis. Oleh karena itu, kami ingin membuat sebuah produk yang mampu mengatasi masalah ini. Selain dapat mempermudah rutinitas menyikat gigi, produk ini juga dapat menjaga ke higienisan pasta gigi dan dari segi desain mampu memperindah interior dari kamar mandi. Setelah mendapat informasi mengenai kebutuhan konsumen maka diambil topik tentang perancangan toothpaste dispenser, dalam perancangan toothpaste dispenser akan digunakan dua buah metode yakni dengan metode pump dan metode gripper. Diharapkan dengan dua metode ini akan didapat metode terbaik.

Dalam perancangan toothpaste dispenser perlu dicari informasi teknis dan non teknis. Informasi teknis yang perlu dicari seputar sifat dari fluida pasta gigi seperti massa jenis, kekentalan pasta gigi dan viskositas dari fluida tersebut. Informasi tentang properties dari fluida pasta gigi sangat penting, karena inti dari perancangan ini adalah pengaturan fluida pasta gigi. Informasi nonteknis berkisar tentang segmen pasar yang nantinya akan menjadi konsumen dan range harga yang dapat dijangkau oleh masyarakat, range harga ini sangat berpengaruh dalam desain dan pemilihan material nantinya. Setelah mendapat informasi yang dibutuhkan, tahap selanjutnya adalah pembuatan algoritma produk. Algoritma produk sangat penting karena akan berpengaruh pada konsep desain yang nantinya akan digunakan. Konsep desain ini harus sesuai dengan kebutuhan konsumen yakni mampu mempermudah rutinitas menyikat gigi, menjaga ke higienisan pasta gigi dan memperindah interior dari kamar mandi.

Setelah mendapat konsep desain yang sesuai maka dilakukan perhitungan beban dan gaya-gaya yang nantinya akan bekerja pada produk. Analisa beban dan gaya ini sangat penting karena menentukan kinerja dari produk dapat berfungsi dengan baik atau mengalami kegagalan. Setelah mendapat perhitungan yang tepat maka pemilihan material dapat dilakukan, pemilihan material yang tepat sangat penting dilakukan untuk menjaga kinerja dari produk yang akan dihasilkan. Material yang dipilih harus memenuhi dua kriteria yakni tahan terhadap beban yang diberikan dan juga memiliki bentuk dan tekstur yang bagus, hal ini untuk menjaga nilai estetika dari produk yang akan dibuat. Setelah proses analisa kekuatan dan pemilihan material selesai, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan gambar kerja sebagai desain akhir yang nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam proses produksi dari produk. Setelah produk

selesai di buat maka langkah selanjutnya adalah pengujian yang bertujuan untuk memastikan produk yang dibuat sesuai atau mampu bekerja dengan baik

## II.2 Dasar-Dasar Perhitungan Dalam Desain *Toothpaste Dispenser*

Dalam mendesain *toothpaste dispenser* perlu di perhatikan gaya-gaya ataupun beban yang akan diterima oleh *toothpaste dispenser* pada saat digunakan, sehingga dalam pemakaiannya dapat berfungsi dengan baik dan tidak terjadi kerusakan. Dalam perhitungannya perlu diperhatikan :

- Perhitungan gaya-gaya pegas yang dipakai dalam mekanisme kerja *toothpaste dispenser*. Dalam hal ini perlu dicari konstanta dari masing-masing pegas yang digunakan.
  - Mencari tekanan hisap yang akan menghisap pasta gigi dari tempatnya
  - Menghitung gaya gesek yang terjadi.
  - Menghitung kekuatan dari poros ataupun batang penyangga *toothpaste dispenser*
- Dibawah ini akan dijelaskan lebih lanjut mengenai perhitungan-perhitungan diatas :

### II.2.1 Perhitungan Gaya Pegas

Pegas merupakan komponen penting dalam mekanisme kerja *toothpaste dispenser*, gaya pegas digunakan sebagai pendukung mekanisme dari *toothpaste dispenser* yang akan dibuat. Dalam perancangan *toothpaste dispenser* ini digunakan dua jenis pegas yaitu pegas berbentuk silinder dan kerucut. Dari kedua pegas ini memiliki perhitungan konstanta yang berbeda.

Untuk mendapatkan konstanta pegas dengan bentuk silinder dapat menggunakan persamaan [2] :

$$K : \frac{G d^4}{8 n D^3} \quad (II.1)$$

Dimana :

K : konstanta pegas

G : *modulus of elasticity in shear* ( MPa, psi )

d : diameter kawat pegas ( mm )

D: diameter pegas ( mm )

N : jumlah kumparan

Untuk mendapatkan konstanta pegas dengan bentuk kerucut dapat menggunakan persamaan [2] :

$$K = \frac{G d^4}{2 n DC} \quad (II.2)$$

dimana :

K : konstanta pegas

G : *modulus of elasticity in shear* ( MPa, psi )

d : diameter kawat pegas ( mm )

DC: diameter rata rata ( mm )

$$DC = (D_{\max}^2 + D_{\min}^2) \cdot (D_{\max} + D_{\min}) \quad (II.3)$$

$D_{\max}$  = diameter terbesar dari pegas ( mm )

$D_{\min}$  = diameter terkecil dari pegas ( mm )

n : jumlah kumparan

Setelah didapat nilai konstanta ( K ), maka nilai tersebut dapat digunakan untuk mencari besaran gaya yang diberikan oleh setiap pegas terhadap sistem :

$$F : K \cdot \Delta x \quad (II.4)$$

Dimana :

F : Gaya pegas ( N )

$\Delta x$  : besarnya perpindahan yang dilakukan ( m ).

## II.2.2 Menghitung Gaya Hisap Dalam Pompa

Gaya hisap terjadi pada *toothpaste dispenser* dengan metode *pump*, gaya hisap berfungsi untuk menghisap fluida pasta gigi dari tempatnya. Gaya hisap terjadi karena adanya mekanisme katup yang selalu membuka dan menutup pada saat digunakan. Proses membuka tutupnya katup ini membuat perbedaan tekanan yang terjadi pada *pump toothpaste dispenser* dengan tekanan yang terdapat pada wadah pasta gigi. Dalam perhitungannya menggunakan rumus tekanan biasa yakni :

$$\text{Gaya hisap : } F = P \times A$$

$$F = \rho g h \times A \quad (II.5)$$

Dimana :

$\rho$  : massa jenis pasta gigi ( Kg/m<sup>3</sup>)

$g$  : gaya gravitasi ( m/s<sup>2</sup>)

$h \times A$  : Volume yang terjadi saat katup dibuka (m<sup>3</sup>)

jadi gaya hisap yang terjadi dipengaruhi oleh perbedaan volume pada saat katup membuka dan menutup.

### II.2.3 Perhitungan Gaya Friksi

Gaya gesek terjadi di dalam *toothpaste dispenser*, dimana material-material yang bekerja saling bersinggungan sehingga menimbulkan gesekan. Gaya gesek ini tentunya menghambat kinerja dari gaya-gaya pegas yang ada dalam mekanisme kerja *toothpaste dispenser*. Perhitungan gaya gesek penting dilakukan untuk mengkalkulasi apakah gaya yang diberikan oleh pegas sudah cukup besar atau lebih kecil dibandingkan gaya gesek sendiri. Jika gaya-gaya yang bekerja pada *toothpaste dispenser* lebih kecil daripada gaya gesek yang ada maka sistem tidak akan bekerja dengan baik. dalam perhitungannya menggunakan persamaan :

$$F = \mu \times W \quad (II.6)$$

Dimana :  $F$  : *Friction force*

$\mu$  : konstanta gesek dari material.

$W$  : beban yang diberikan.

Diharapkan dengan perhitungan gaya gesek yang terjadi maka kekurangan ataupun kegagalan dalam sistem dapat dikurangi atau dihindari.

### II.2.4 Perancangan Poros *Toothpaste Dispenser*

Dalam merancang poros pada *toothpaste dispenser*, terdapat dua buah metode yang dilakukan yakni :

- Menentukan material terlebih dahulu sebelum menentukan diameter terkecil dari poros yang dianggap aman.
- Menentukan diameter dari poros terlebih dahulu, setelah itu mencari material yang dianggap mampu.

Prosedur mendisain poros secara umum :

- Gambarkan *free body* diagram untuk mensesederhanakan berbagai macam gaya yang terjadi pada poros.
- Gambarkan momen bending pada sumbu x-y dan x-z. *Resultan* dari *momen bending* dapat dicari dengan rumus  $M_x = \sqrt{M_{xy}^2 + M_{xz}^2}$
- Kembangkan diagram *torsi*, dimana *torsi* antara komponen yang satu harus seimbang dengan komponen yang lainnya.
- Tetapkan lokasi atau titik dimana torsi dan momen yang terbesar terjadi.
- Untuk material yang *ductile*, gunakan *maximum shear stress theory (MSST)* dan *distorsion energy theory (DET)*.
- Untuk material *brittle*, gunakan *maximum normal stress theory (MNST)* atau *modified mohr theory (MMT)*.

Dalam perancangan poros dipilih material yang terbuat dari besi yakni *medium carbon steel AISI 1020* dan *Polyurethane*. material ini merupakan material *ductile* sehingga dalam proses analisa failure yang terjadi dapat menggunakan dua buah metode yakni *maximum shear stress theory (MSST)* dan *distorsion energy theory (DET)*. *MSST* sering disebut sebagai *treska* sedangkan *DET* lebih dikenal dengan sebutan *Von Misses*. Dalam analisa kekuatan kami menggunakan *Von misses* dibanding dengan *treska*, hal ini disebabkan nilai *treska* sudah ter *cover* oleh nilai *von misses* dalam lingkaran *mohr*.

Dalam perancangan poros seperti yang dijelaskan diatas menggunakan dua buah metode yakni menentukan material terlebih dahulu dan menentukan diameter terlebih dahulu. Untuk metode dengan diameter terkecil dari poros yang akan digunakan, dapat menggunakan persamaan [1]:

*distorsion energy theory (DET)*.

$$S_y = \frac{32n_s}{\pi d^3} \sqrt{M^2 + \frac{3}{4}T^2} \quad (\text{II.8})$$

Sedangkan dalam menentukan material terlebih dahulu menggunakan persamaan :

$$d = \left( \frac{32n_s}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + \frac{3}{4}T^2} \right)^{1/3} \quad (\text{II.9})$$

Dimana :

$d$  : diameter poros

$n_s$  : *safety factor*

$S_y$  : Nilai *Yield Strength* material

$M$  : Momen maksimum

$T$  : Torsi yang terjadi.

Setelah menentukan diameter dari poros, perhitungan yang dilakukan selanjutnya adalah mencari prediksi kegagalan dari material, langkah-langkah yang dilakukan dalam mencari prediksi nilai kegagalan, sebagai berikut :

- Mencari *momen inersia* dari benda. Persamaan yang digunakan dalam mencari *momen inersia* bergantung dari bentuk bendanya.

- Mencari *shear stress* dari torsi :  $\tau = \frac{T c}{J}$  (II.10)

- Mencari *Tensile stress* dari *bending* :  $\sigma = \frac{M c}{I}$  (II.11)

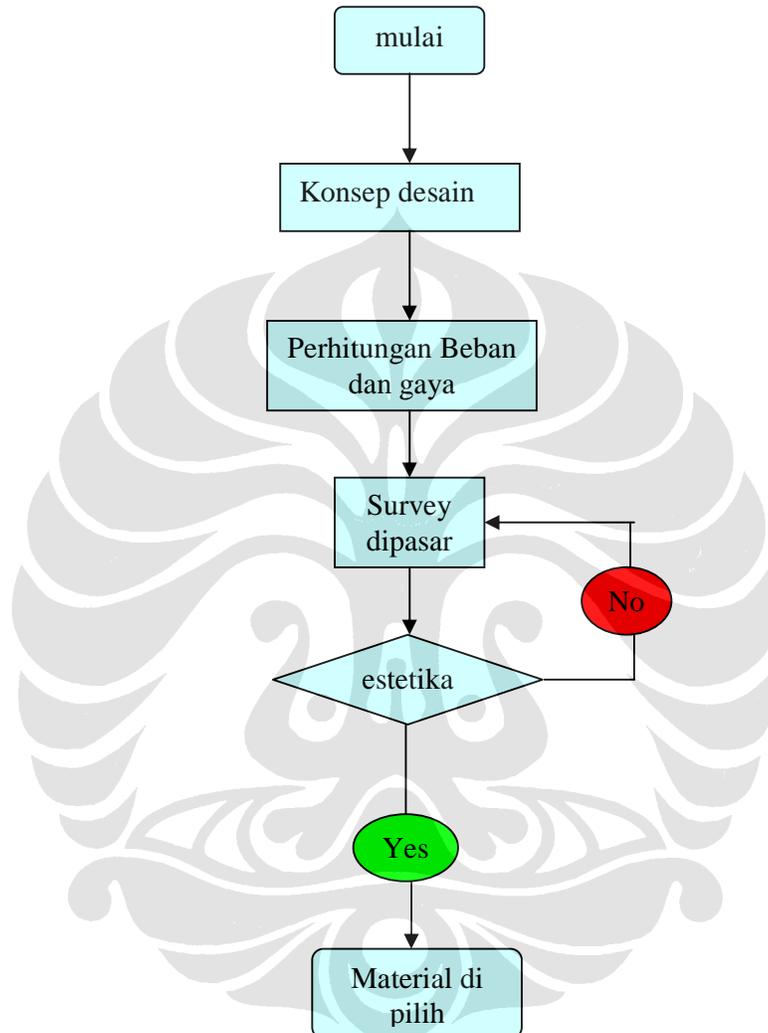
- Mencari *principal normal stress* :  $\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\tau_{xy}^2 + \left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2}$  (II.12)

- *Von misses stress* :  $\sigma_e = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2)^{0.5}$  (II.13)

- Prediksi kegagalan pada *DET* terjadi jika :  $\sigma_e \geq \frac{S_y}{n_s}$  (II.14)

## II.3 Pemilihan Material

Dalam memilih material yang akan digunakan dalam produk toothpaste dispenser, kami menggunakan diagram alir seperti dibawah ini :



Gambar II.3 : Diagram alir pemilihan material

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.

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

Empat kriteria dalam pemilihan material:

- Properti dari material tersebut
- Karakteristik dalm pemrosesan
- Dampak terhadap lingkungan
- Pertimbangan biaya.

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.*