

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Mazidi (2011) Pada penelitian ini permasalahan konduksi panas pada komponen rem cakram (pad dan rotor) dimodelkan secara matematis dan diselesaikan secara numerik dengan menggunakan Metode Beda Hingga. Dalam diskritisasi persamaan bergantung waktu, metode implisit diperhitungkan. Dalam menurunkan persamaan panas, parameter seperti durasi pengereman, kecepatan kendaraan, geometri dan dimensi komponen rem, bahan rotor rem cakram dan bantalan serta distribusi tekanan kontak telah diperhitungkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat partisi panas pada permukaan kontak dua komponen geser, karena adanya hambatan termal akibat akumulasi partikel keausan antar permukaan kontak. Fenomena ini menghalangi penyerapan panas lebih banyak oleh cakram dan menyebabkan kampas rem menjadi panas.

Akhamdi (2015) Di dalam mobil listrik juga memerlukan pengereman. Oleh karena itu dilakukan pengujian pengaruh kecepatan terhadap hasil pengereman pada mobil listrik Politeknik Harapan Bersama untuk mengetahui jarak pengereman yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengereman dengan jarak lintasan yang telah ditentukan yaitu 200 meter dengan variasi kecepatan 30 km/jam, 40 km/jam, dan 50 km/jam yang kemudian masing - masing kecepatan diujikan sebanyak tiga kali pengujian. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan hasil pengereman yang baik yaitu pada percobaan pertama dengan pengereman pedal gas dilepas total, karena menghasilkan jarak pengereman sepanjang 1,33 meter pada kecepatan 30 km/jam.

Darma dan Syahbuddin (2020) Cakram adalah salah satu bagian sistem pengereman yang dapat aus karena menerima beban mekanis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari nilai kekerasan cakram rem. Penelitian ini menggunakan bahan baja karbon S45C dengan perlakuan panas hardening dan quenching, kemudian

dilakukan pengujian menggunakan alat uji *hardness rockwell* dan alat uji mikroskop. Hasil penelitian mendapatkan tingkat kekerasan yang memiliki nilai rata ± rata 65,2 HRC dengan proses *heat treatment* pada temperatur 1000 °C dengan suhu penahanan 90 detik dan dilakukan pendinginan cepat menggunakan media oli SAE 40.

Nengdiastama (2022) Salah satu penyebab kecelakaan kendaraan adalah faktor kendaraan (rem blong). Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan material dan jumlah lubang ventilasi yang tepat untuk *disc brake*. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan *disc brake* yang optimal berdasarkan nilai temperatur dan tegangan. Pada penelitian ini dilakukan simulasi dengan *software* CAE pada *disc brake* dengan material Al 7075-T6, SS 304, *gray cast iron* serta jumlah lubang ventilasi 36, 48, 60. Dari penelitian didapatkan hasil, *disc brake* dengan material Al 7075- T6 dan jumlah lubang ventilasi 60 memiliki kemampuan pelepasan panas paling baik sebesar 38,005°C. Sementara itu, nilai *disc brake* dengan variasi material *gray cast iron* dan jumlah lubang ventilasi 48 menghasilkan tegangan ekuivalen terendah sebesar 89,272 Mpa. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan, semakin besar massa *disc brake*, maka temperatur yang dihasilkan semakin tinggi. Semakin besar *tensile strength* material *disc brake*, tegangan yang dihasilkan semakin rendah.

Fadholi dan Prasetyo (2022) Saat ini banyak produk *aftermarket* yang menjual bermacam merk piringan cakram dengan berbagai ukuran, yang diduga berpengaruh terhadap parameter pengereman yaitu pada waktu dan jarak pengeremannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran piringan cakram terhadap jarak dan waktu pengereman serta ukuran piringan manakah yang lebih baik digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan uji pengereman rem depan di jalan yang datar dan lurus dengan menggunakan piringan cakram ukuran 190mm, 200mm, 220mm di setiap kecepatan 40km/jam, 50km/jam, 60km/jam dengan melakukan pengujian sebanyak 3 kali pada setiap piringan cakram dan kecepatan. Hasil menunjukkan bahwa piringan cakram ukuran 220mm merupakan yang terbaik untuk di gunakan.

Kirono dan Purnomo (2022) Pelek adalah bagian dari roda yang berfungsi untuk menerima berat dan semua beban (gaya) yang ditimbulkan oleh kondisi jalan. Sehingga diperlukan analisa perbandingan pelek jari jari atau dengan pelek racing. Berdasarkan pada hasil komposisi kimia pada benda uji pelek jari - jari dan pelek racing, pada material pelek jari - jari tersebut diklarifikasikan termasuk baja karbon menengah jika dilihat dari unsur silikon 0,014% (Si) dalam baja karbon menengah dapat meningkatkan kekerasan, kemampuan diperkeras secara menyeluruh, tahan panas, tahan aus serta tahan karat, menurunkan kemampuan tempa dan las.

## **2.2 Landasan Teori**

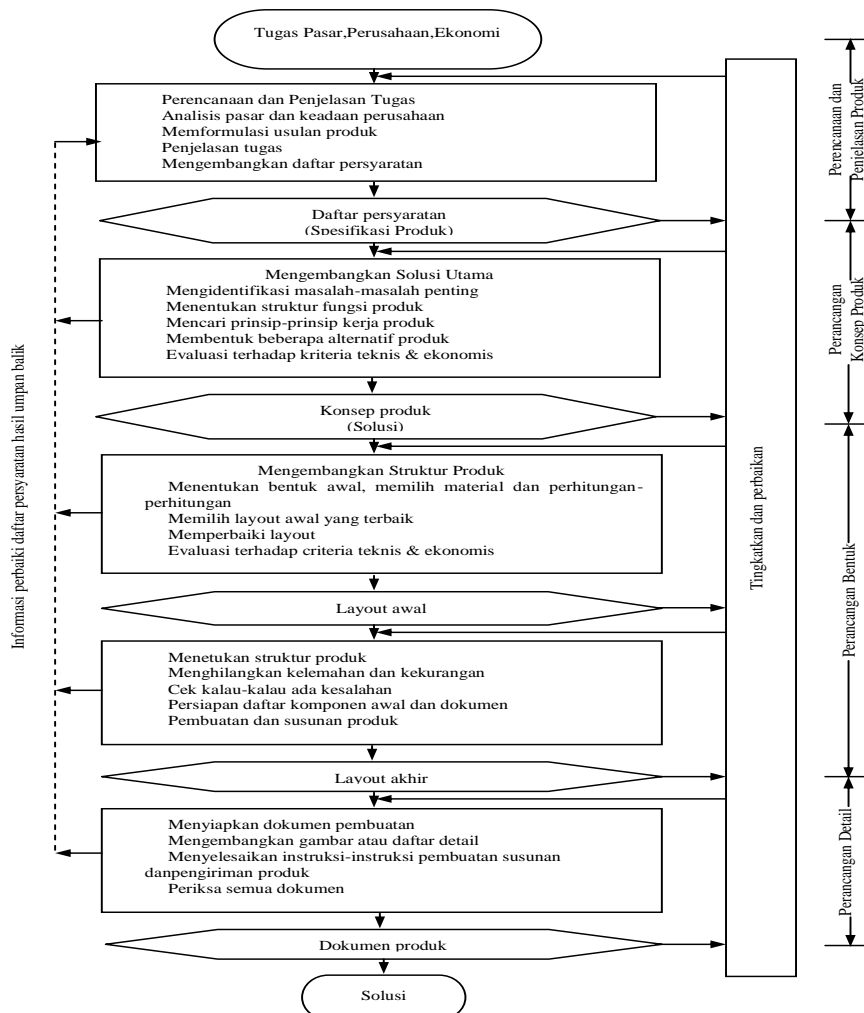
### **2.2.1 Metode Pahl and Beitz**

Menurut Pahl & Beitz (1977), Ada beberapa tahapan dalam mendesain yaitu: *clarification of the task, conceptual design, embodiment design, detail design*. Model ini merupakan model yang banyak digunakan *engineer* atau insinyur ketika akan membuat produk. Langkah-langkah yang harus dilakukan oleh *engineer* antara lain: mengklarifikasi tugasnya, membuat desain konseptualnya, mewujudkan desain, dan membuat detail desain.

*Pahl* dan *Beitz* mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya; *Engineering Design : A Systematic Approach*. Cara merancang *Pahl* dan *Beitz* tersebut terdiri dari 4 kegiatan atau fase, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat fase tersebut adalah :

- a. Perencanaan dan penjelasan tugas.
- b. Perancangan konsep produk.
- c. Perancangan bentuk produk (*embodiment design*).
- d. Perancangan detail.

Sebenarnya langkah-langkah dalam keempat fase proses perancangan diatas tidaklah perlu dikelompokkan dalam 4 fase secara kaku, sebab seperti misalnya, pada langkah pada fase perancangan detail (fase ke-4) cara pembuatan komponen produk sudah diperlukan detail dan banyak lain contohnya seperti itu.



**Gambar 2. 1** Diagram alir Pahl and Beitz

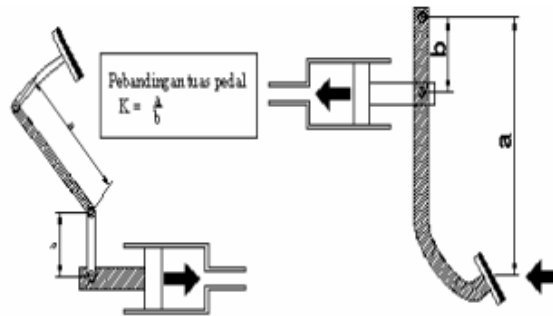
### 2.2.2 Rem Cakram

Prinsip kerja rem adalah mengubah energi kinetik menjadi energi panas untuk menghentikan kendaraan. Umumnya, rem bekerja disebabkan oleh adanya sistem gabungan penekanan melawan sistem gerak putar. Efek pengereman (*braking effect*) diperoleh dari adanya gesekan yang timbul antara dua objek. Pada cara kerja rem cakram gaya gesek yang digunakan untuk mengurangi kecepatan adalah gaya gesek anatar kampas rem (*brake pad*) dengan piringan rem (*disc brake*). Letak piringan rem diletakan pada poros yang sama dengan roda, maka pada saat kampas rem menekan

piringan rem secara otomatis akan mengurangi kecepatan. Rem cakram terdiri atas komponen – komponen utama sebagai berikut :

#### A. Pedal rem

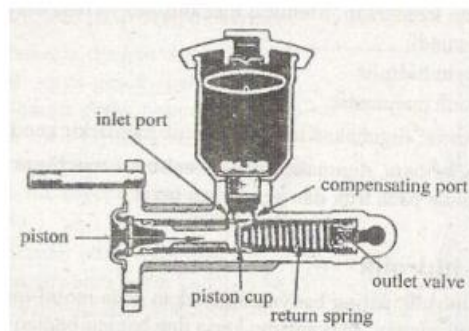
Pedal rem adalah komponen pada sistem rem yang dimanfaatkan oleh pengemudi untuk melakukan pengereman.



**Gambar 2. 2** Pedal rem

#### B. Master silinder

Master silinder (master cylinder) berfungsi meneruskan tekanan dari pedal menjadi tekanan hidrolik minyak rem.



**Gambar 2. 3** Master Silinder

#### C. Selang rem

Selang rem adalah saluran minyak rem yang menghubungkan master silinder dan kaliper rem.



**Gambar 2. 4** Selang rem

#### D. Kaliper rem

Kaliper rem merupakan salah satu bagian vital rem cakram dan menjadi perbedaan rem tromol dan rem cakram. Fungsinya menghimpit kampas rem pada piringan cakram sekaligus menopang kampas dan piston rem.



**Gambar 2. 5** Kaliper rem

#### E. Kampas rem

Kampas rem adalah salah satu komponen dalam rem cakram yang berfungsi untuk melakukan penekanan pada bagian piringan cakram, sehingga mampu memberikan daya gesek untuk menghentikan putaran dari cakram.



**Gambar 2. 6** Kampas rem

### **2.2.3 Perpindahan panas secara konduksi**

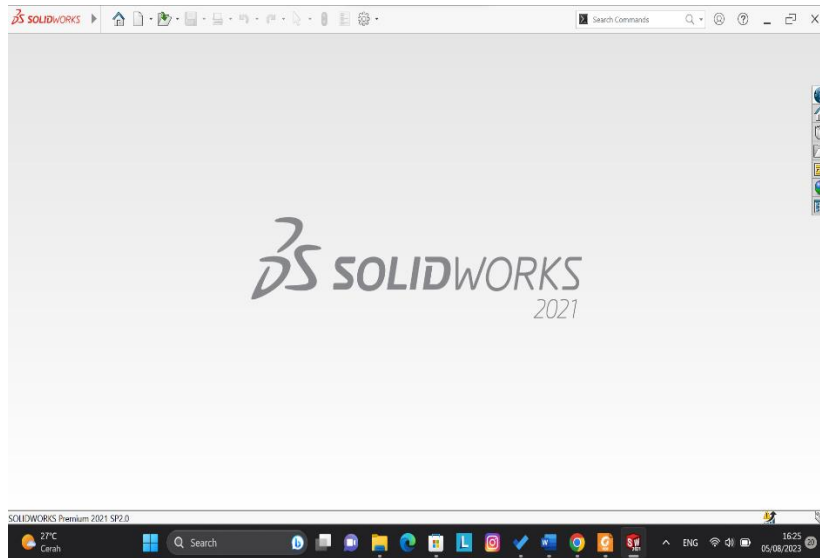
Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia atau KBBI, konduksi memiliki arti sebagai hantaran dari bagian suatu benda ke bagian benda yang lain atau dari satu benda ke benda lain tanpa adanya proses perpindahan partikel atau zat.

Sementara itu, menurut Ismail Sulaiman dkk dalam bukunya yang berjudul *Perpindahan Kalor dan Massa*, konduksi bisa diartikan sebagai sebuah proses perpindahan kalor atau panas dari tempat yang bersuhu tinggi ke tempat yang suhunya lebih rendah melalui bantuan media yang mampu menjadi penghantar panas tetap.

### **2.2.4 Proses perancangan**

#### *A. Solidworks 2021*

*Solidworks* adalah salah satu *software* CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Manufacturing*), serta CAE (*Computer Aided Engineering*), yang dibuat oleh *DASSAULT SYSTEMES Solidworks* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan berupa *assembly* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *part* aslinya dibuat atau ditampilkan dalam tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan. *Solidwork* juga berfungsi sebagai aplikasi desain, simulasi permesinan, analisis.



**Gambar 2. 7** Solidworks 2021

## 2.2.5 Proses produksi

### 2.2.4.1 Proses penggerindaan

Pengerindaan (*grinding*) adalah suatu proses manufaktur dengan menggunakan batu gerinda sebagai alat potong yang diputar untuk mengikis suatu permukaan benda kerja dengan akurasi yang tinggi, mengasah alat potong dan memotong benda kerja. Beberapa jenis mesin gerinda yaitu mesin gerinda permukaan, mesin gerinda silindris, gerinda potong, dan alat gerinda manual (Hadi, 2016).



**Gambar 2. 8** Gerinda tangan

Fungsi utama mesin gerinda adalah untuk :

- a. Memotong benda kerja yang tidak terlalu tebal.
- b. Menghaluskan dan meratakan permukaan benda kerja.



- c. Sebagai proses akhir pengerjaan (finishing) benda kerja.
- d. Mengasah alat potong supaya tajam.
- e. Menghilangkan sisi tajam benda kerja.
- f. Membentuk suatu profil menjadi bentuk tertentu (elip, siku atau bentuk lain).

Berikut ini merupakan rumus perhitungan pada proses pemotongan yang akan digunakan (Rochim, 1993):

Perhitungan waktu per satuan luas

$$T = \frac{T_{\text{rata-rata}}}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

T = Waktu per satuan luas (detik/cm<sup>2</sup>)

T<sub>rata rata</sub> = Waktu rata rata (detik)

A = Luas penampang potong (cm<sup>2</sup>)

#### 2.2.4.2 Pembubutan

Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menyayat benda tersebut dengan menggunakan mata potong pahat (*tools*). Mesin ini dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris (Safitri dkk 2012).



**Gambar 2. 9** Mesin bubut

- a. Mempersiapkan alat pelindung diri
- b. Mempersipakan alat pelindung diri.
- c. Mempersiapkan alat bubut

- d. Melakukan proses pengukuran material.
- e. Melakukan penandaan terhadap material.
- f. Melakukan proses bubut sesuai dengan tanda yang ada.
- g. Pengecekan hasil bubut
- h. Membersihkan mesin bubut

Perhitungan bubut :

1. Menghitung kecepatan putar *spindle*

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ mm/menit} \quad (2.2)$$

Diketahui :

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$n$  = putaran spindel (rpm)

$d$  = diameter benda kerja (mm)

$\pi$  = nilai konstanta = 3,14

2. Menghitung kecepatan makan

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z} \text{ mm} \quad (2.3)$$

Diketahui :

$f_z$  = pemakanan pergigi

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$z$  = jumlah mata potong

$n$  = putaran poros utama (rpm)

3. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \text{ menit} \quad (2.4)$$

Diketahui :

$l_t$  = Panjang material (mm)

$v_f$  = kecepatan makan (mm/min)

### 2.2.4.3 Proses *Frais*

Proses pemesinan *frais* adalah proses penyayatan benda kerja dengan pahat potong yang berputar dengan beberapa sisi potong. Proses penyayatan dengan banyak gigi potong yang mengitari pahat dapat menghasilkan proses pemesinan yang lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa datar, miring, atau melengkung. Permukaan benda kerja juga dapat berupa kombinasi dari beberapa bentuk (Rahdiyanta et al., 2010).



**Gambar 2. 10 Mesin *frais***

Proses *frais* adalah proses untuk membuat radius pada material yang telah dipotong, berikut adalah langkah-langkah proses *frais* :

- a. Mempersiapkan bahan yang sudah dipotong untuk difrais.
- b. Mempersiapkan alat pelindung diri.
- c. Mempersiapkan alat *frais*
- d. Melakukan proses pengukuran material.
- e. Melakukan penandaan terhadap material.
- f. Melakukan proses *frais* sesuai dengan tanda yang ada.
- g. Pengecekan hasil *frais*
- h. Membersihkan mesin bubut

Perhitungan proses frais :

1. Menghitung kecepatan putar *spindle*

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ mm/menit} \quad (2.5)$$

Diketahui :

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$n$  = putaran spindel (rpm)

$d$  = diameter benda kerja (mm)

$\pi$  = nilai konstanta = 3,14

2. Menghitung kecepatan makan

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z} \text{ mm} \quad (2.6)$$

Diketahui

$f_z$  = pemakanan pergigi

$v$  = kecepatan potong (m/menit)

$z$  = jumlah mata potong

$n$  = putaran poros utama (rpm)

3. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \text{ menit} \quad (2.7)$$

Diketahui :

$l_t$  = Panjang material (mm)

$v_f$  = kecepatan makan (mm/min)