

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Suyono dan Arsana (2013) telah melakukan rancang bangun sistem kemudi manual pada mobil listrik Garuda Unesa. Sistem kemudi ini direncanakan menggunakan plat sebagai penghubung antara batang kemudi dengan lengan *tie rod*, sehingga tanpa menggunakan *gearbox*. Dari hasil pengujian diketahui bahwa performa dari sistem kemudi manual bekerja dengan baik. Batang kemudi dan *steer* ketika diputar tidak ada kekocakan pada sambungan antara batang kemudi dengan plat, sehingga *steer* dapat diputar dengan ringan dan mudah. Disamping itu sistem kemudi manual ini menghasilkan sudut belok maksimal 36° .

Artika, dkk (2017) telah melakukan perancangan sistem kemudi manual pada mobil listrik. Pengambilan data sebanyak 3 kali untuk mengetahui sudut belok ke kanan dan ke kiri antara roda kiri dan roda kanan. Pada pengambilan data dari sudut belok roda diketahui selisih antara sudut roda yaitu berkisar $1^\circ - 5^\circ$. Meskipun ada selisih dalam sudut belok ini masih aman dipakai karena tidak ada kerusakan yang fatal dan membahayakan saat mengendarainya. Selisih antara sudut belok roda terjadi karena getaran antara roda dengan permukaan jalan yang tidak rata dan berbatu.

Rahim, dkk (2022) telah melakukan penelitian pada sistem kemudi mobil listrik Kapuas. Hasil dari penelitian ini yaitu sudut belok roda dalam sebesar $29,18^\circ$, sudut belok roda luar sebesar $26,83^\circ$, *wheelbase* terbaik didapatkan radius belok 2,4 m.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Metode Pahl & Beitz

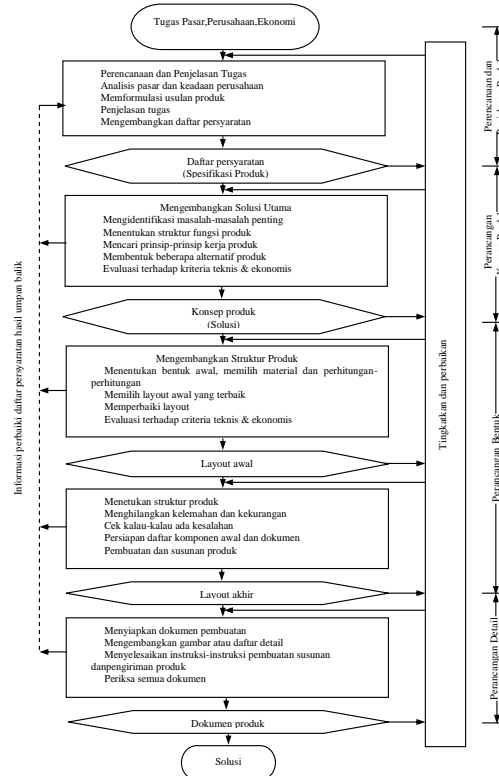
Perancangan merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan suatu produk yang kebutuhannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Setelah perancangan selesai maka kegiatan yang menyusul adalah pembuatan produk. Kedua kegiatan tersebut dilakukan dua orang atau dua kelompok orang dengan keahlian masing-masing, yaitu perancangan dilakukan oleh tim perancang dan

pembuatan produk oleh tim kelompok pembuat produk (Pahl dan Beitz, 2007).

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

- Perencanaan dan penjelasan tugas
- Perancangan konsep produk
- Perancangan bentuk produk (*embodiment design*)
- 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 (Pahl and Beitz, 2007). Secara umum diagram alir metode Pahl & Beitz ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Diagram alir perancangan menurut Pahl & Beitz (Pahl dan Beitz, 2007)

2.2.2 Sistem kemudi

Sistem kemudi merupakan sistem pada kendaraan yang fungsinya mengatur arah gerak kendaraan sesuai dengan keinginan pengendara. Sistem kemudi yang ideal adalah ketika input gerakan belok yang diinginkan oleh pengendara sesuai dengan output yang dihasilkan oleh kendaraan, atau biasa dinamakan dengan kondisi *Ackerman*. Secara garis besar cara kerja dari sistem kemudi yaitu pengemudi menggerakkan stir atau roda kemudi sesuai keinginannya kemudian akan menggerakkan *steering column* dan kemudian tersambung pada *steering gear*. *Steering gear* mengubah arah gerak dari arah gerak rotasi menjadi gerak translasi serta menyesuaikan usaha yang diberikan roda kemudi ke *steering linkage*. Gerakan *steering linkage* yang terdiri dari gerakan *tie rod* kemudian menggerakkan *steering knuckle* sehingga roda dapat ikut berbelok (Jazar, 2008).

2.2.3 Steering wheel

Steering Wheel atau biasa disebut roda kemudi merupakan salah satu bagian dari sistem kemudi yang langsung berhubungan dengan pengendara. Kebanyakan roda kemudi pada mobil berbentuk bundar dengan berbagai variasi yang ditujukan untuk menambah kenyamanan dalam berkendara. Ukuran atau diameter roda kemudi merupakan bagian yang penting karena mempengaruhi besar dan kecilnya torsi yang pengemudi harus berikan untuk memutar roda kemudi (Jazar, 2008). Gambar 2. 2 merupakan *Steering wheel* yang biasa digunakan pada kendaraan roda 4.



Gambar 2. 2 *Steering wheel* (Santoso, 2015)

2.2.4 *Steering column*

Steering Column merupakan bagian dalam sistem kemudi yang fungsinya sebagai penghubung dan menyalurkan torsi dari putaran roda kemudi ke mekanisme kemudi (Jazar, 2008). Beberapa konstruksi dari *steering column* dapat di lihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Konstruksi *steering column* (Fajar, 2015)

2.2.5 *Tie rod*

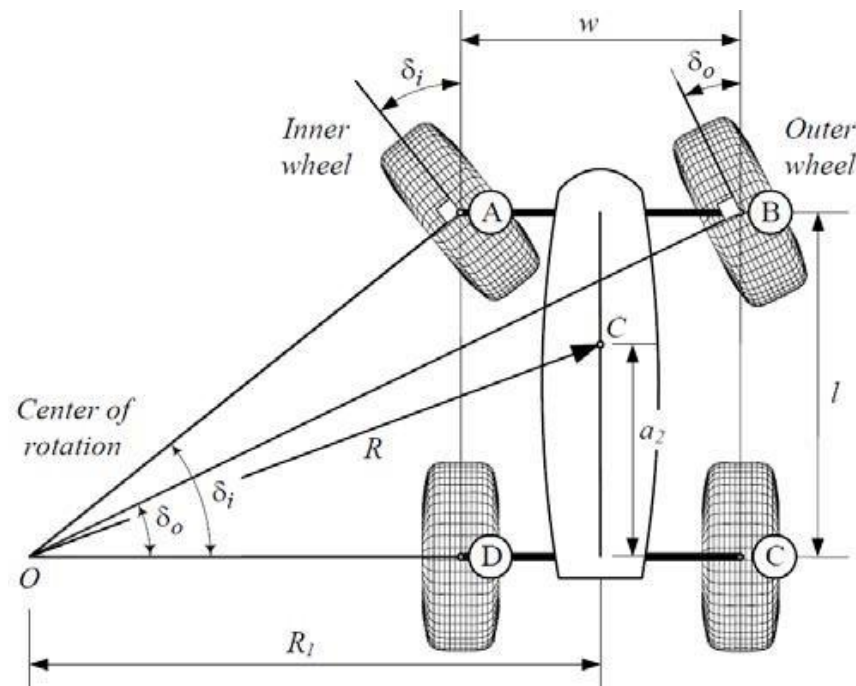
Tie rod adalah komponen mobil yang berfungsi untuk menghubungkan batang kemudi dengan *knuckle arm*, sehingga *tie rod* ini akan menerima gaya tekan pada saat kendaraan berbelok (Jazar, 2008). *Tie rod* yang dimaksud mengacu pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 *Tie rod* (Wuling 2022)

2.2.6 Menentukan radius belok

Kondisi *Ackerman* dari kendaraan yang berbelok adalah kondisi dimana semua roda dari kendaraan tidak mengalami slip. Ini berarti arah roda sejajar dengan garis yang tegak lurus terhadap radius putar roda tersebut. Model kemudi ideal yang ingin diikuti atau yang biasa kita kenal dengan kondisi *Ackerman* adalah kondisi dimana gerakan kendaraan hanya dipengaruhi oleh gerakan kemudi yang diinputkan pengemudi. Kondisi ini hanya dapat dicapai pada saat kendaraan melaju dengan kecepatan rendah sehingga belum terpengaruhi oleh gaya sentrifugal (Jazar, 2008). Kondisi *Ackerman* biasa digambarkan sebagai *bicycle model* seperti yang digambarkan pada gambar 2.5



Gambar 2. 5 Kondisi berbelok (*Ackerman*) (Jazar, 2008)

Persamaan yang didapatkan dalam gambar 2.5 untuk menentukan radius belok pada kendaraan roda empat adalah sebagai berikut:

$$R_i = \frac{L}{\delta_f} 57,29 \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

R_i = Radius Ideal (m)

$L = \textit{Wheelbase}$ (m)

$\delta f =$ Sudut belok roda dalam ditambah sudut roda luar dibagi 2 ($^{\circ}$)

2.2.7 Perhitungan sudut belok

Sudut belok adalah gerakan kritis yang menunjukkan kualitas kestabilan dari kendaraan. Sudut belok harus dihitung agar dapat mengetahui seberapa besar ban mampu berbelok (Jazar, 2008).

$$\delta o = \tan^{-1} \frac{l}{R + \frac{Wf}{2}} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\delta i = \tan^{-1} \frac{l}{R - \frac{Wf}{2}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

$\delta i =$ Sudut belok roda dalam ($^{\circ}$)

$\delta o =$ Sudut belok roda luar ($^{\circ}$)

$l = \textit{Wheelbase}$ (mm)

$R =$ Radius belok batas maksimum (m)

$Wf = \textit{Trackwidth}$ (mm)

2.2.8 Perhitungan waktu pemotongan

Pemotongan adalah proses pemisahan benda padat menjadi dua atau lebih, melalui aplikasi gaya yang terarah melalui luas bidang permukaan yang kecil. Umumnya setiap benda yang tajam mampu memotong benda yang memiliki tingkat kekerasan lebih rendah dan diaplikasikan dengan gaya yang signifikan (Rochim, 1993). Untuk menghitung waktu pemotongan menggunakan *stopwatch*.

2.2.9 Perhitungan waktu gurdi

Proses gurdi merupakan proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Umumnya pada bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*), sedangkan proses bor (*boring*) sendiri adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring*

bar) yang tidak hanya dapat dilakukan pada Mesin Gurdi, namun juga bisa dengan Mesin Bubut, Mesin *Frais*, atau Mesin Bor (Widarto dkk, 2008)

Proses gurdi digunakan untuk membuat lubang silindris. Pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar. Sehingga jika benda kerja itu dituntut kepresisian yang tinggi (ketepatan ukuran atau mutu permukaan) pada dinding lubang, maka pengerjaan lanjutan diperlukan dengan bantuan pembenam atau penggerek (Widarto dkk, 2008).

Persamaan untuk menghitung waktu proses gurdi pada sistem kemudi *buggy* listrik.

a. Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter gurdi (mm)

n = putaran spindel (rpm)

b. Gerak makan per mata potong

$$f_z = \frac{V_f}{z \times n} \dots\dots\dots(2.5)$$

f_z juga dapat dicari menggunakan persamaan berikut $f_z = 0,084 \times \sqrt[3]{d}$

Dimana :

f_z = gerak makan per mata potong (mm/putaran)

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

n = putaran *spindle* (rpm)

z = jumlah mata potong

c. Gerak makan per mata potong

$$t_c = \frac{lt}{vf} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana

$$\begin{aligned}
 t_c &= \text{waktu pemotongan (menit)} \\
 v_f &= \text{kecepatan makan (mm/menit)} \\
 l_t &= \text{panjang pemesinan (mm)} \\
 &= l_v + l_w + l_n \\
 l_v &= \text{panjang langkah awal pemotongan (mm)} \\
 l_w &= \text{panjang pemotongan benda kerja (mm)} \\
 l_n &= \text{panjang langkah akhir pemotongan (mm)} \\
 &= \frac{d}{2} \div \tan kr
 \end{aligned}$$

2.2.10 Perhitungan waktu pembubutan

Pembubutan adalah salah satu proses pemotongan yang melibatkan mesin perkakas untuk memproduksi benda berbentuk silindris, pengeboran, bisa digunakan untuk membuat ulir, meratakan benda putar dengan cara memotong benda kerja yang berputar pada spindel dengan pemotong (pahat) yang memiliki tingkat kekasaran lebih tinggi dari pada benda kerja. Proses pembubutan memiliki gerakan utama berputar yang mempunyai fungsi untuk merubah bentuk dan ukuran benda kerja. Benda kerja dicekam dan berputar disumbunya, sedangkan alat pemotong (*cutting tool*) bergerak memotong sepanjang benda kerja sehingga terjadi penyayatan atau pemotongan oleh pahat. (Rochim, 1993).

Suatu produk atau komponen pada mesin bubut, lamanya waktu proses pemesinannya perlu diketahui/ dihitung. Hal ini penting karena dengan mengetahui kebutuhan waktu yang diperlukan, perencanaan dan kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Berikut persamaan proses pembubutan untuk mengetahui waktu pembubutan pada material (Rochim, 1993):

- a. Menghitung putaran mesin

$$n = \frac{v \times 1000}{d \times \pi} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

v = kecepatan potong (m/menit)

n = kecepatan putar mesin (rpm)

d = diameter benda kerja (mm)

$$= \frac{(d_0 + d_1)}{2}$$

d_0 = diameter awal (mm)

d_1 = diameter akhir (mm)

b. Menghitung kecepatan makan

$$v_f = f \times n \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

v_f = kecepatan makan (m/menit)

n = kecepatan putar mesin (rpm)

f = asutan/feed (mm/put)

c. Menghitung kedalaman potong

$$a = \frac{d_0 + d_1}{2} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

a = kedalaman potong (mm)

d_0 = diameter awal (mm)

d_1 = diameter akhir (mm)

d. Menghitung waktu pembubutan

$$T_m = \frac{l_t}{v_f} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

T_m = waktu pembubutan (menit)

l_t = panjang total yang akan dibubut (mm)

v_f = kecepatan makan (m/menit)

2.2.11 Perhitungan waktu pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas, ini menyebabkan logam pada sekitar daerah las mengalami perubahan struktur metalurgi, deformasi dan tegangan

termal. Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan yang dilaksanakan pada keadaan lumer atau cair (Wiryo Sumarto dan Okumura, 1996). Untuk menghitung waktu pengelasan dengan mesin las GMAW menggunakan *stopwatch*.