

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Matarru, (2022) dalam jurnalnya “Studi Eksperimen Arduino Uno Sebagai Pengendali Kursi Roda Elektrik”. Proses perancangan sistem pemrograman dari software Arduino IDE dengan dirangkaikan pada komponen elektrik pada kursi roda diperoleh berupa program inisialisasi. Pemrograman dari arduino IDE (*Integrated Development Environment*) menjadi dasar kendali yang dikontrol oleh *joystick*. Hasil penelitian menunjukkan *Joystick* kemudian menjadikan kursi roda dapat bergerak ke segala arah sehingga akan mempermudah pengguna menggerakkan kursi roda.

Pradita dkk, (2018) dalam jurnalnya “Perancangan Ulang Kursi Roda Manual Menggunakan Kriteria Standar ISO 7176-5”. Telah menggunakan ISO 7176-5 sebagai desain referensi untuk mendesain ulang rangka utama kursi roda awal. Penelitian dimulai dengan membandingkan dan mengamati 2 jenis kursi roda A dan B di pasar komersial. 2 kursi roda (A dan B) diukur dan dibandingkan berdasarkan dimensi ISO 7176-5 yang terdiri dari 27 item. Dari pengukuran dan perbandingan, kursi roda A dipilih sebagai desain yang direferensikan karena mereka memiliki jumlah penyesuaian lebih banyak.

Misgi dkk, (2021) dalam jurnalnya “*Optimalisasi Adjustable Wheelchair* Tugas Akhir 11 ATMI Angkatan 49”. *Adjustable wheelchair* adalah kursi roda yang dapat diatur sudut sandaran bagian punggung dan kaki serta ketinggian kursi rodanya. Namun, kursi roda yang dibuat ATMI angkatan 49 masih perlu dioptimalkan. *Optimalisasi adjustable wheelchair* dilakukan pada bagian *frame* yaitu memodifikasi bentuk agar konstruksi lebih rigid dan dapat menerima beban maksimal sebesar 135 kg. *Wheelchair* dapat melaju dengan kecepatan aman 5 km/jam, dan memiliki sudut kemiringan maksimal 23° saat menanjak.

2.2 Landasan Teori

Agar perancangan dan perhitungan mekanisme pada kursi roda elektrik dengan tambahan fitur berdiri dapat terealisasi maka diperlukannya landasan

teori sebagai berikut : perancangan, motor listrik, motor *driver*, *power window*, arduino, baterai, dan *joystick*.

2.2.1 Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada (Nur and Suyuti 2017).

Dalam membuat rancangan perancang mempunyai kriteria masing-masing namun dari banyaknya kriteria semua tertuju pada kriteria sebagai berikut :

- a. *Function* (fungsi/pemakaian)
- b. *Safety* (keamanan)
- c. *Reliability* (dapat dihandalkan)
- d. *Cost* (biaya)
- e. *Manufacturability* (dapat diproduksi)
- f. *Marketbility* (dapat dipasasrkan)

Dalam melakukan perancancangan terdapat beberapa prosedur untuk menyelesaikan masalah adalah sebagai berikut :

- a. Mengenali kebutuhan/tujuan. Pertama adalah membuat pernyataan yang lengkap dari masalah perancangan, menunjukkan kebutuhan/tujuan, maksud atau usulan dari mesin yang yang dirancang.
- b. Mekanisme. Pilih mekanisme atau kelompok mekanisme yang mungkin.
- c. Analisis gaya. Tentukan gaya aksi pada setiap bagian mesin dan energi yang ditransmisikan pada setiap bagian mesin.
- d. Pemilihan material. Pilih material yang paling sesuai untuk setiap bagian mesin.
- e. Rancang elemen-elemen (ukuran fan tegangan). Tentukan bentuk dan ukuran bagian mesin dengan mempertimbangkan gaya aksi pada elemen mesin dan tegangan yang diijinkan untuk material yang digunakan.
- f. Modifikasi. Mengubah ukuran berdasarkan pengalaman produksi yang lalu.
- g. Gambar detail. Menggambar secara detail setiap komponen dan perakitan mesin dengan spesifikasi lengkap untuk proses produksi.

- h. Produksi. Komponen bagian mesin seperti tercantum dalam gambar detail produksi di *workshop*.

Terdapat beberapa metode perancangan yang digunakan dalam merancang mesin. Berikut ini dijelaskan beberapa metode perancangan yang ada (Nursyahuddin & Gasni, 2014):

- a. Metode Ibrahim Zeid

Metode Ibrahim Zeid ini dikenal luas dari karangan buku Ibrahim Zeid. Metode ini merupakan pengembangan bertahun-tahun yang mulai dari tahun 50-an. Metode Zeid ini meliputi proses perancangan, proses pembuatan, dan juga terdapat feedback dari pemasaran yang digunakan untuk pengembangan produk.

- b. Metode French

Metode French hampir sama dengan metode-metode lainnya. Metode French dimulai dengan menentukan kebutuhan dan diakhiri dengan gambar rancangan dan keterangan lainnya.

- c. Metode VDI 2222 (Verein Deutcher Ingenieure)

Merupakan suatu metode perancangan dari Persatuan Insinyur Jerman. Metode VDI ini dikembangkan dari pengalaman-pengalaman insinyur-insinyur Jerman yang dibuat dalam bentuk diagram yang sistematis. Tahapan dalam perancangan VDI 2222 yaitu merencana, mengkonsep, merencana, dan penyelesaian. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat. Berikut merupakan urutan dalam metode perancangan VDI 2222 :

- 1) Merencana

Yaitu merencanakan desain yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahapan ini sama dengan tahap input desain dan rencana desain.

- 2) Mengkonsep

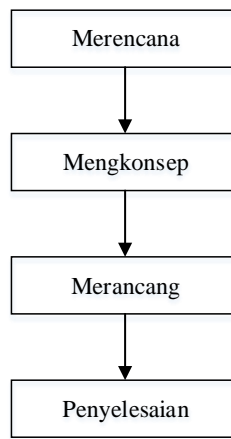
Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan.

3) Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain.

4) Penyelesaian

Melakukan finishing terhadap rancangan desain, dengan melakukan verifikasi terhadap konsumen/marketing dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi.



d. Metode Pahl dan Beitz

Metode Pahl dan Beitz menggabungkan pengalaman mereka didunia industri alat berat selama 20 tahun, pengalaman menulis buku (*Engineering Design*, 1976), dan mengambil pengalaman-pengalaman Insinyur Jerman. Metode Pahl dan Beitz lebih sistematis pada bagian perencanaan dan desain konsep.

2.2.2 Motor listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Begitu juga dengan sebaliknya yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang biasanya disebut dengan generator atau dynamo. Pada motor listrik yang tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana yang telah kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senamaakan tolak menolak dan kutub yang tidak senama akan tarik menarik. Dengan terjadinya proses ini maka kita dapat

memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap. Motor listrik dibagi menjadi dua yaitu motor listrik AC dan DC (Cendana, 2018).

Motor AC atau motor arus bolak balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua buah bagian dasar listrik: "stator" dan "rotor". Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor. Keuntungan utama motor DC terhadap motor AC adalah bahwa kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kerugian ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekwensi variable untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi merupakan motor yang paling populer di industri karena keandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah (harganya setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC). Berdasarkan karakteristik dari arus listrik yang mengalir, motor AC (*Alternating Current*, Arus Bolak-balik) terdiri dari 2 jenis, yaitu motor listrik AC / arus bolak-balik 1 fasa dan motor listrik AC / arus bolak-balik 3 (Cendana, 2018). Berikut ini merupakan motor listrik AC pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Motor Listrik AC (Cendana, 2018)

Motor DC merupakan sebuah motor listrik yang menggunakan arus searah (*Direct Current*) dan medan gaya untuk menghasilkan torsi, yang mengaktifkan motor. Dengan kata lain, sebuah motor DC membutuhkan dua magnet berpolaritas berlawanan dan sebuah kumparan yang bertindak sebagai suatu elektromagnet.

Ada dua tipe dari motor DC yaitu: *brushed* DC motor dan *brushless* DC motor. Pada perancangan ini digunakan motor DC jenis *brushed* (Fahrozi, 2020). Berikut merupakan motor listrik DC pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Motor Listrik DC (Cendana, 2018)

a. Menghitung kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2\pi.n}{60} \quad (2.1)$$

Dimana :

n = Putaran yang direncanakan (rpm)

b. Menghitung torsi

Daya merupakan kecepatan dalam melakukan kerja. Daya sama dengan jumlah energi yang dihabiskan per satuan waktu. Torsi adalah momen putar atau momen puntir, yaitu gaya yang cenderung membuat benda berputar. Torsi sering menjadi ukuran tenaga, semakin besar torsi maka semakin besar tenaga. Berikut merupakan perhitungan torsi jika diketahui dayanya.

$$T = \frac{P}{\omega} \quad (2.2)$$

.Dimana :

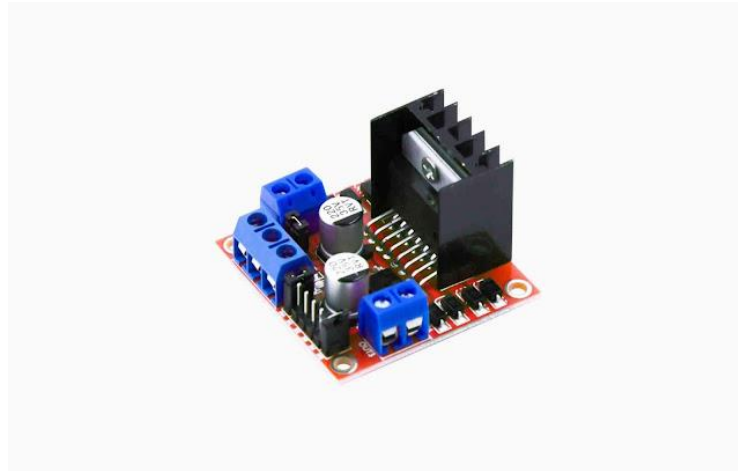
P = Daya (watt)

ω = Kecepatan sudut (rps)

2.2.3 Motor driver

Driver motor merupakan bagian yang berfungsi untuk menggerakkan Motor DC dimana perubahan arah Motor DC tersebut bergantung dari nilai tegangan yang diinputkan pada input dari *driver* itu sendiri. Atau bisa di definisikan sebagai piranti yang bertugas untuk menjalankan motor baik mengatur

arah putaran motor maupun kecepatan putar motor (Kamaridho, 2018). Gambar 2.3 merupakan gambar motor *driver*.



Gambar 2. 3 Motor *Driver* (Khairi, 2023)

2.2.4 Arduino

Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan smart. Salah satu tokoh penemunya adalah Massimo Banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat open source sehingga boleh dibuat oleh siapa saja. Arduino dibuat dengan tujuan untuk memudahkan eksperimen atau perwujudan sebagai perintah yang berbasis mikrokontroler. Berbagai jenis arduino antara lain, Arduino Uno, Arduino Decimila, Arduino Leonardo, Arduino Mega, dan Arduino Nano. Walaupun ada berbagai jenis kartu arduino, secara prinsip pemograman yang diperlukan menyerupai. Hal yang membedakan adalah kelengkapan fasilitas dan pin-pin yang perlu digunakan (Kadir, 2015). Pada Gambar 2.4 merupakan jenis Arduino.



Gambar 2. 4 Arduino (Razor, 2020)

2.2.5 Baterai

Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik yang memiliki efisiensi tinggi dan dapat mengalami proses elektrokimia yang dapat berkebalikan. Artinya, baterai mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya (proses pengisian) melalui proses regenerasi dari *elektroda* dalam sel. Dengan cara melewatkan arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan, baterai dapat menghasilkan listrik melalui proses kimia. Terdapat dua jenis baterai berdasarkan pada proses yang terjadi yaitu baterai primer yang hanya dapat digunakan sekali dan baterai sekunder yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali karena proses kimianya yang *reversibel* (Basuki dan Daryanto, 2018). Baterai dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Baterai (Nursam, 2018)

Menghitung kapasitas baterai yang digunakan pada kursi roda elektrik dengan pengembangan fungsi kemudi dan rangka duduk sebagai berikut (Isnianto, 2021).

a. Menghitung arus

Pertama mencari arus dapat ditentukan dengan permasamaan.

$$I = \frac{P}{V} \quad (2.3)$$

Dimana :

P = Daya motor listrik (watt)

V = Tegangan (volt)

b. Menentukan *ampere hour*

Dengan menghitung ampere yang dibutuhkan, maka dapat ditentukan Ampere perjam dengan menggunakan persamaan.

$$E = \frac{I}{e} \quad (2.4)$$

Dimana :

I = Kuat arus (A)

e = Efisiensi (%)

c. Waktu penggunaan

Perhitungan waktu penggunaan dengan cara menghitung kapasitas baterai dari perhitungan di atas menggunakan persamaan.

$$t = \frac{E}{I} \quad (2.5)$$

Dimana :

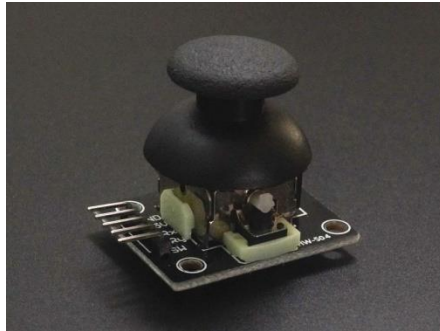
E = *Ampere hour* (Ah)

I = Kuat arus (A)

2.2.6 Joystick

Joystick merupakan sebuah perangkat input yang terdiri dari sebuah tuas yang dapat digerakkan dan memberi input dari sudut atau arah ke perangkat kontrol. *Joystick* adalah sebuah saklar mekanis yang dapat digunakan untuk mengontrol sebuah proses dari motor. *Joystick* juga digunakan untuk mengontrol mesin seperti *crane*, kursi roda, traktor, kendaraan selam tanpa awak, dan kamera pengintai. Sebagian besar *joystick* adalah dua dimensi, mempunyai dua sumbu gerakan. Sebuah *joystick* dua dimensi dikonfigurasi umumnya, jika kita menggerakkan stik ke kiri dan kanan, sinyal input akan mengirim data ke perangkat via mikrokontrol (Kadir, 2015).

Dengan demikian, perangkat akan bergerak diantara sumbu X (kanan dan kiri). Jika kita menggerakkan stik ke atas dan bawah, sinyal input akan diproses dalam mikrokontrol dan mengirim data ke perangkat. Dengan demikian, perangkat akan bergerak diantara sumbu Y (maju atau mundur. Berikut merupakan *joystick* pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Joystick (Wings, 2023)

2.2.7 Aktuator

Suatu sistem hidrolik atau pneumatik umumnya berhubungan dengan gerakan, penjepitan, atau penerapan gaya pada sebuah objek. Penerapan yang benar-benar memenuhi sasaran ini dinamakan aktuator. Aktuator linier digunakan untuk memindahkan objek atau menerapkan sebuah gaya dalam saluran yang lurus. Aktuator rotari adalah ekuivalen hidrolik dan pneumatik dari sebuah motor listrik. Aktuator linier dasar adalah silinder atau ram (piston) yang ditunjukkan dalam bentuk skema (Parr, 2003). Berikut ini merupakan gambar Aktuator pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Aktuator (Automations, 2018)

2.2.8 Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gesekan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta

elemen mesin lainnya bekerja dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya. Jadi, bantalan dalam pemesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung (Sularso, 2008).

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

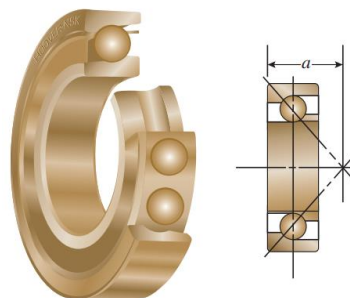
a. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros

- 1) Bantalan luncur, bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas. Berikut ini merupakan gambar bantalan luncur pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Bantalan luncur (Mott dkk, 2018)

- 2) Bantalan gelinding, pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat. Berikut merupakan gambar bantalan gelinding pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Bantalan gelinding (Mott dkk, 2018)

b. Atas dasar arah beban dan poros

- 1) Bantalan radial, arah bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.

- 2) Bantalan radial, bantalan ini sejajar dengan sumbu poros,
- 3) Bantalan gelinding khusus, bantalan ini dapat menumpukan baban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

2.2.9 Poros

Poros merupakan salah satu bagian terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi dipegang oleh poros. Elemen poros merupakan elemen utama pada sistem transmisi putar yang dapat berfungsi sebagai pembawa, pendukung putarab dan beban, dan pengatur gerak putaran menjadi gerak lurus (Sularso, 2008). Macam-macam poros sebagai berikut.

a. Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut :

1) Poros transmisi

Poros semacam ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya di transmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi puli sabut atau *sprocket* rantai dan lain-lain.

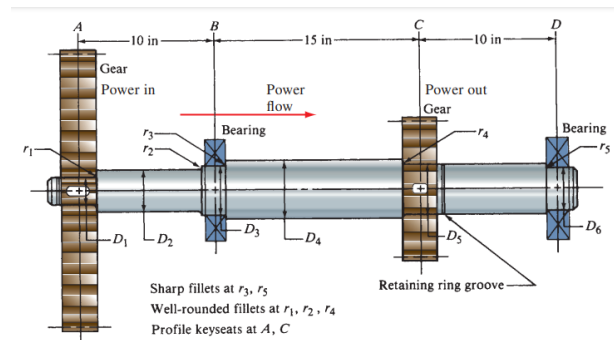
2) *Spindel*

Poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntian, disebut *spindel* : Syarat yang harus di penuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

3) Gandar

Poros seperti yang di pasang di antara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

Menurut bentuk poros dapat digolongkan atas poros lurus umum, poros engkol sebagai poros utama dari mesin torak, dan lain-lain. Poros luwes untuk transmisi daya kecil agar terdapat kebebasan bagi perubahan arah, dan lain-lain. Berikut ini merupakan gambar poros pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Poros (Mott dkk, 2018)

Perhitungan poros dengan beban kombinasi puntir dan lentur, dengan mempertimbangkan fatik dan kejutan adalah (Khurmi & Gupta, 2005) :

a. Menentukan material yang akan digunakan

Material yang digunakan untuk poros harus mempunyai sifat :

- 1) Memiliki kekuatan yang tinggi (ulet)
- 2) Mampu dikerjakan dengan mesin perkakas (*machinability*)
- 3) Memiliki sensitivitas takik (konsentrasi tegangan) yang rendah
- 4) Mempunyai sifat perlakuan panas (*heat treatment*) yang baik
- 5) Tahan aus tinggi

Material yang memenuhi persyaratan untuk bahan poros adalah baja karbon dengan *tensile strength* minimum 48 kg/mm² atau setara dengan 470 Mpa.

b. Mencari *tensile stress* dari material yang akan digunakan

Mencari *tensile stress* (σ_u) dari material poros yang akan digunakan.

c. Menghitung tegangan tarik ijin

Tegangan tarik ijin dihitung menggunakan persamaan :

$$\sigma_a = 0,36\sigma_u \quad (2.6)$$

Dimana :

σ_u = *Ultimate tensile strength* dari material yang akan digunakan.

d. Menghitung tegangan geser ijin

Tegangan geser ijin dihitung menggunakan persamaan :

$$\tau_a = 0,18\sigma_u \quad (2.7)$$

Dimana :

σ_u = *Ultimate tensile strength* dari material yang akan digunakan.

- e. Menghitung torsi yang ditransmisikan oleh poros

$$T = \frac{Px60}{2.\pi.N} \quad (2.8)$$

Dimana :

P = Daya motor (watt)

N = Putaran poros (rpm)

- f. Gaya tangensial pada sprocket

$$F_t = \frac{2T}{D} \quad (2.9)$$

Dimana :

T = Torsi poros (N.m)

D = Diameter *sprocket* besar (m)

- g. Beban normal yang bekerja pada *sprocket*

$$W = \frac{F_t}{\cos a} \quad (2.10)$$

Dimana :

F_t = Gaya tangensial pada *sprocket* (N)

- h. Momen lentur maksimal pada poros

Momen lentur adalah gaya lentur yang terjadi pada poros.

$$M = \frac{WxL}{4} \quad (2.11)$$

Dimana :

W = Beban normal yang bekerja pada *sprocket* (N)

L = Jarak antar bantalan (m)

- i. Perhitungan torsi ekuivalen.

Torsi ekuivalen gabungan dihitung dengan mempertimbangkan faktor kejut dan fatik :

$$T_e = \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \quad (2.12)$$

Dimana :

T_e = Torsi ekuivalen gabungan (N.m)

K_t = Faktor kombinasi kejut dan fatik untuk torsi

K_m = Faktor kombinasi kejut dan fatik untuk bending momen

j. Perhitungan momen ekuivalen

Momen ekuivalen gabungan dihitung dengan mempertimbangkan faktor kejut dan fatik :

$$M_e = \frac{1}{2} [(K_m \times M) + T_e] \quad (2.13)$$

Dimana :

M_e = Momen ekuivalen gabungan (N.m)

T_e = Torsi ekuivalen gabungan (N.m)

K_m = Faktor kominasi kejut dan fatik untuk bending momen

Faktor koreksi kejutan dan fatik untuk torsi (K_t) dan untuk momen (K_m) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Faktor kejutan dan fatik untuk torsi dan momen (Khurmi & Gupta, 2005)

<i>Nature of load</i>	K_m	K_t
<i>1. Stasionary shafts</i>		
<i>a) Gradually applied load</i>	1.0	1.0
<i>b) Suddenly applied load</i>	1.5 to 2.0	1.5 to 2.0
<i>2. Rotating shafts</i>		
<i>a) Gradually applied or steady load</i>	1.5	1.0
<i>b) Suddenly applied load with minor shocks only</i>	1.5 to 2.0	1.5 to 2.0
<i>c) Suddenly applied load with heavy shock</i>	2.0 to 3.0	1.5 to 3.0

k. Perhitungan diameter poros berdasarkan torsi ekuivalen

Menghitung diameter poros pejal berdasarkan torsi ekuivalen sebagai berikut :

$$d_T = \left(\frac{16T_e}{\pi\tau_a} \right)^{1/3} \quad (2.14)$$

Dimana :

d = Diameter poros (mm)

T_e = Torsi ekuivalen (N/mm²)

τ_a = Tegangan geser ijin (N/mm²)

1. Perhitungan diameter poros berdasarkan momen ekuivalen

Menghitung diameter poros pejal berdasarkan momen ekuivalen sebagai berikut :

$$d_M = \left(\frac{32M_e}{\pi\sigma_a} \right)^{1/3} \quad (2.15)$$

Dimana :

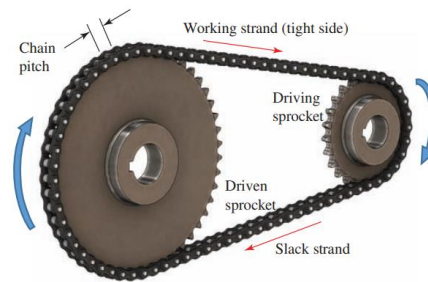
d = Diameter poros (mm)

M_e = Momen ekuivalen (N.mm)

σ_a = Tegangan geser ijin (N/mm²)

2.2.10 Rantai

Rantai adalah elemen transmisi daya yang tersusun sebagai sebuah sebagai deretan penghubung dengan sambungan pena. Rancangan ini menyediakan fleksibilitas di samping juga memungkinkan rantai mentransmisikan gaya tarik yang besar. Ketika mentransmisikan daya antara poros-poros yang berputar, rantai berhubungan terpadu dengan roda bergerigi yang disebut *sprocket*. Jenis rantai yang paling umum rantai rol (*roller chain*), dimana rol-rol pada setiap pena menyediakan gesekan yang sangat kecil diantara rantai dan *sprocket*. Rantai rol dogolongan berdasarkan jarak bagi (*pitch*), jarak antara penghubung-penghubung yang berdekatan. Jarak bagi biasanya diilustrasikan sebagai jarak antara pusat-pusat pena yang berdekatan. Rantai rol standar mempunyai ukuran tertentu dari 40-240. Angka-angka tersebut menunjukkan jarak bagi rantai dalam seperdelapan *inchi*. Contoh rantai nomor 100 mempunyai jarak bagi 10/8 atau 1 ¼ *inchi*. Penandaan untuk keperluan pekerjaan berat menggunakan akhiran *H* (60H-240H), yang mempunyai ukuran dasar yang sama dengan ukuran rantai standar berdasarkan penomorannya kecuali sisi pelatnya yang lebih tebal. Selain itu terdapat ukuran yang lebih kecil dan ringan : 25, 35, dan 41. (Mott, 2009). Berikut merupakan rantai dan *sprocket* pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Rantai dan *Sprocket* (Mott dkk., 2018)

Perancangan rantai dan *sprocket* dapat dilihat pada rumus (Mott, 2009) :

a. Menghitung daya rancangan

Daya rancangan merupakan perkalian antara daya motor/penggerak dengan faktor layanan :

$$H_d = PS_f \quad (2.16)$$

Dimana :

H_d = Daya rancangan (hp)

P = Daya nominal motor/penggerak (hp)

S_f = Faktor layanan untuk transmisi rantai, pada Tabel 3.7.

Tabel 2. 2 Faktor layanan untuk transmisi rantai (Mott, 2009)

Tipe beban	Jenis penggerak		
	Transmisi hidrolis	Motor listrik atau turbin	Motor bakar dengan penggerak mekanis
Transmisi halus (pengaduk; kipas angin; lampu; konveyor dengan beban merata)	1,0	1,0	1,2
Kejutatan sedang (mesin perkakas, kran, konveyor tugas berat, pengaduk makanan dan gerinda)	1,2	1,3	1,4
Kejutatan berat (mesin pres tumbuk, konveyor dengan putaran mampu balik, transmisi mesin giling rol)	1,4	1,5	1,7

b. Memilih jumlah gigi dan *pitch sprocket* kecil

Dengan menggunakan data input berupa putaran pada *sprocket* (poros penggerak), dan daya rancangan.

c. Menghitung jumlah *sprocket* besar

$$N_2 = \frac{n_1 N_1}{n_2} \quad (2.17)$$

Dimana :

N_1 = Jumlah *sprocket* kecil

n_1 = Putaran motor listrik (rpm)

n_2 = Putaran poros (rpm)

d. Menghitung diameter jarak bagi *sprocket*

Diameter jarak bagi *sprocket* besar dan kecil dihitung dengan rumus :

$$D_1 = \frac{P}{\sin(180^\circ/N_1)} \quad (2.18)$$

$$D_2 = \frac{P}{\sin(180^\circ/N_2)} \quad (2.19)$$

Dimana :

p = *Pitch* / jarak bagi rantai

e. Menentukan jarak antar sumbu poros

Jarak antar sumbu poros pada perhitungan ini adalah dalam satuan kelipatan *pitch* (berapa kali lipatnya *pitch*). Nilai jarak antar sumbu poros adalah :

$$30 < C < 50$$

Jika jarak antar sumbu poros telah ditentukan sebelumnya dalam satuan panjang (inchi), maka nilai C (Mott, 2009) :

$$C = \frac{C_s}{p} \quad (2.20)$$

Dimana :

C_s = Jarak antar sumbu poros yang direncanakan (*inchi*)

p = *Pitch* / jarak bagi rantai

f. Menentukan panjang rantai

Panjang rantai dalam satuan kelipatan *pitch* (mata rantai) dihitung dengan rumus (Mott, 2009) :

$$L_p = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \quad (2.21)$$

Dimana :

L_p = Panjang rantai dalam kelipatan *pitch*, harus bulat dan genap

Panjang rantai *actual* dihitung dengan rumus (Mott, 2009) :

$$L = L_p \times p \quad (2.22)$$

Dimana :

L = Panjang rantai *actual* (inchi)

L_p = Panjang rantai dalam kelipatan *pitch*

P = *Pitch* / jarak bagi

g. Menentukan jarak antar sumbu poros *aktual*

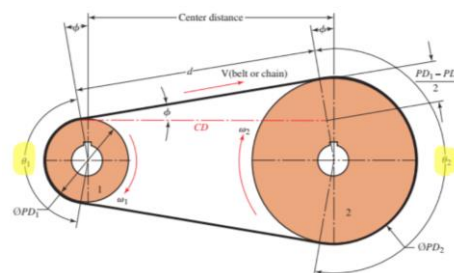
Jarak antar sumbu poros *aktual* dihitung dengan rumus (Mott, 2009) :

$$C = \frac{1}{4}p \left[L - \left(\frac{N_2 + N_1}{2} \right) + \left(\sqrt{\left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C}} \right) \right] \quad (2.23)$$

Dimana :

C = Jarak antar sumbu poros *aktual* (inchi)

p = *Pitch* / jarak bagi rantai

h. Menghitung sudut kontak rantai pada *sprocket*

Gambar 2. 12 Sudut Kontak Rantai dan Sprocket

Sudut kontak rantai pada *sprocket* dihitung dengan rumus (Mott, 2009) :

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left[\frac{D_2 - D_1}{2C} \right] \quad (2.24)$$

Periksa θ_1 , jika lebih besar dari 120° maka aman.

Jika θ_1 lebih kecil dari 120° maka tidak aman sehingga solusinya dengan menambah jumlah gigi *sprocket* besar, lalu kembali menghitung jarak sumbu antar *sprocket* sampai selesai.

2.2.11 Gambar teknik

Giesecke, dkk. (2001). Gambar teknik bisa disebut sebagai bahasa orang teknik. Walaupun orang diseluruh dunia berbicara dengan bahasa yang berbeda-beda, para insinyur menjelaskan desain buaatannya orang yang melihat gambarnya hanya menggunakan sebuah gambar atau sketsa dan orang-orang teknik dapat menerjemahkannya sendiri. Jadi peran gambar teknik dalam perkembangan alat dan bahan mesin sangatlah penting.

2.2.12 Solidwork

Solidworks adalah program *computer-aided design* (CAD) dan *computer aided engineering* (CAE) yang dapat digunakan pada Microsoft Windows yang dibuat oleh perusahaan *Dassault Systemes*. *Solidworks* digunakan untuk merancang sebuah desain produk dari yang sederhana sampai kompleks seperti komponen permesinan atau susunan komponen yang berupa assembling dengan tampilan model solid 3D untuk merepresentasikan komponen sebelum dibuat dan tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar dalam proses pemesinan (Rahmat, 2019).

a. Fungsi-fungsi *Solidworks*

Solidworks merupakan salah satu opsi diantara software desain lainnya seperti *catia*, *inventor*, *Autocad*, dan lain-lain. File dari *Solidworks* ini bisa diekspor ke software analisis semisal *Ansys*, *Flovent*, dan lain-lain. Desain yang telah dibuat juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya

b. Tampilan *Solidworks*

Tampilan *software Solidworks* tidak jauh berbeda dengan software lain yang berjalan diatas windows, jadi tidak ada yang akan merasa aneh dengan tampilan dari *Solidworks*. *Solidworks* merupakan program yang digunakan dalam *computer-aided design* (CAD) dan *computer-aided engineering* (CAE) oleh perancang dalam mendesain suatu produk.

2.2.13 Rangka

Rangka adalah bagian terpenting dari kursi roda untuk dirancang. Hal ini disebabkan karena dari bentuk, ukuran dan model rangka akan dapat dikembangkan berbagai komponen lainnya. Disebabkan kursi roda akan dipakai oleh manusia dalam aktifitas tertentu, maka perancangannya harus memenuhi standar, yaitu nyaman dan sesuai dengan ukuran tubuh pemakainya. Perhitungan perancangan rangka antara lain sebagai berikut :

a. Menghitung gaya

Menghitung gaya pada rangka kursi roda elektrik dengan pengembangan fungsi rangka duduk sebagai berikut (Agustinus Purna Irawan, 2007):

$$F = m \times g \quad (2.25)$$

Dimana :

F = Gaya (N)

m = Massa (kg)

g = Gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

b. Menghitung beban merata

$$Q = \frac{F}{L} \quad (2.26)$$

Dimana :

Q = Beban merata (N/mm)

F = Gaya (N)

L = Panjang rangka yang diberikan beban (mm)

c. Menghitung jarak momen maksimal

$$V(x) = R_A - Q(x) \quad (2.27)$$

Dimana :

Q = Beban merata (N/mm^2)

X = Jarak (mm)

R_A = Reaksi pada titik A

d. Menghitung momen maksimal

$$M_{max} = (R_A \cdot x) - [(Q \cdot x)1/2 \cdot x] \quad (2.28)$$

Dimana :

M_{max} = Momen maksimal (N/mm)

R_A = Reaksi pada titik A

Q = Beban merata

x = Jarak momen maksimal (mm)

e. Menghitung momen inersia silinder berongga

$$I = \frac{D^4 - d^4}{20} \quad (2.29)$$

Dimana :

I = Momen inersia (mm^4)

d = Diameter silinder kecil (mm)

D = Diameter silinder besar (mm)

f. Menghitung tegangan maksimal

$$\sigma = \frac{M_{max}}{I} \times C \quad (2.30)$$

Dimana :

σ = Tegangan (N/mm²)

M_{max} = Momen maksimal (N/mm)

C = Titik tengah penampang (mm)