

Rancang Bangun *Smart Parking System* dengan Metode *Lifting*

Moh. Rizal^{1*}, Faizatur Rohmah², dan Ike Dayi Febriana³

¹Program Studi Teknik Mesin Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin Alat Berat, Politeknik Negeri Madura, Sampang 69281 ²Jurusan Teknik Mesin Alat Berat, TMAB, POLTERA ³Teknik Mesin Alat Berat, TMAB, POLTERA

*E-mail: sekretariat@poltera.ac.id

Abstrak

Lahan parkir menjadi fasilitas penting bagi sebuah Lembaga, instansi, atau pusat kegiatan Masyarakat. Kebutuhan terhadap lahan parkir yang memadai menjadi kunci penting dalam menciptakan lingkungan yang fungsional dan nyaman. Pengelolaan lahan parkir yang efisien dan terorganisir dapat menghindari parkir liar, serta meningkatkan dan kelancaran lalu lintas di sekitar area tersebut. Faktor seperti lokasi strategis, kapasitas parkir yang memadai, serta aksesibilitas yang baik menjadi pertimbangan utama dalam perencanaan dan desain lahan parkir. Inovasi parkir vertikal berbasis lifting di era teknologi saat ini menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi masalah lahan parkir yang terbatas. Dengan penerapan teknologi modern, metode ini menggunakan sistem pengangkatan kendaraan secara vertikal, memungkinkan lebih banyak kendaraan diparkir dalam area yang terbatas. Adopsi teknologi ramah lingkungan juga ditekankan untuk menciptakan lingkungan parkir yang efisien dan berkelanjutan. Dalam Tugas Akhir ini, berhasil dikembangkan sebuah Prototype rancang bangun smart parking system dengan metode lifting sebagai solusi untuk mengatasi lahan parkir yang terbatas. Prototype ini memiliki desain seperti rak susun yang dapat dijadikan sebagai area parkir dengan memanfaatkan ruang secara vertikal. Proses parkir dari prototype ini menggunakan sistem semi-otomatis, pengguna dapat mengoperasikannya dengan menekan sebuah tombol yang disediakan yang pada alat ini terdapat kombinasi tombol angka dan huruf seperti 1A, 1B, 2A, 3A dan seterusnya. Terdapat area khusus yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan proses lifting mobil ke lantai atas. Dengan demikian, mobil dapat diparkirkan dengan mudah dan aman. Implementasi prototype ini menjadi langkah pertama dalam menciptakan solusi inovatif untuk lahan parkir di era saat ini.

Keywords: *Lahan Parkir, Parkir Vertikal*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era dimana ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang, dan industri yang semakin maju, penggunaan terhadap alat transportasi pribadi semakin meningkat, hal itu didukung dengan tingkat perekonomian masyarakat yang semakin membaik. Dengan adanya hal tersebut, kebutuhan terhadap lahan parkir pada suatu tempat yang menjadi pusat kegiatan masyarakat, akan semakin bertambah. Kebutuhan lahan parkir akan sebanding dengan kendaraan yang akan menggunakannya. Dengan demikian, diperlukan akan adanya kajian yang meneliti tentang lahan parkir, dengan tujuan untuk menemukan solusi dari sumber masalah yang terdapat pada sektor parkir (Arthur Daniel Limantara, 2017).

Ditemukan beberapa masalah yang perlu diperhatikan pada sebuah lahan parkir di sebuah tempat yang menjadi pusat kegiatan masyarakat. Hampir dari semua penelitian menunjukkan bahwa, kapasitas lahan parkir tidak dapat menyeimbangi terhadap kebutuhan penggunaannya, yang dapat berakibat pada antrian atau kemacetan parkir. Parkir vertikal adalah salah satu solusi untuk mengurangi antrean parkir dan perluasan lahan parkir. Area parkir umumnya memiliki jangkauan kawasan yang melebar dan tanpa memanfaatkan jangkauan ke arah atas dari lahan tersebut (Hadi, 2018).

Pemodelan parkir vertikal akan mampu menampung kendaraan secara tersusun, hingga memungkinkan untuk menambah kapasitas parkir tanpa harus menambah cakupan area secara menyamping. Maka dari itu, penulis menitikberatkan masalah lahan parkir ini sebagai subjek penelitian, dan akan membuat prototype alat parkir pintar dengan model vertikal metode lifting, yang mungkin dapat menjadi inovasi untuk mendorong kemajuan zaman dan menunjang terhadap kebutuhan lahan parkir di masa yang akan datang (Arthur Daniel Limantara, 2017).

1.2 Perumusan Masalah

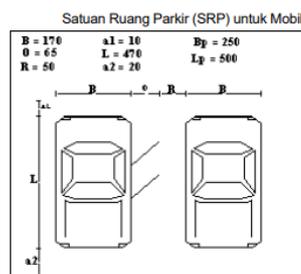
Berdasarkan paparan latar belakang diatas, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang prototype smart parking system dengan metode lifting menggunakan keypad, Arduino dan motor stepper ?
 2. Bagaimana cara melakukan perhitungan dan Analisa kekuatan rangka dan kebutuhan torsi motor stepper pada prototype smart parking system dengan metode lifting ?
- 1.3 Batasan Masalah
- Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka ditemukan batasan masalah sebagai berikut :
1. Membahas tentang perancangan Prototype Smart Parking System dengan metode lifting.
 2. Tugas akhir ini tidak membahas secara detail tentang perangkat, melainkan berfokus pada fungsi alat dan penggerak.
 3. Analisa kekuatan rangka terhadap beban.
- 1.4 Tujuan
- Adapun tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :
1. Untuk membuat prototype smart parking system dengan metode lifting menggunakan keypad, Arduino dan motor stepper.
 2. Untuk melakukan Analisa kekuatan rangka dan kebutuhan torsi pada prototype smart parking system dengan metode lifting.
- 1.5 Manfaat
- Adapun manfaat yang didapat melalui pembuatan rancang bangun alat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :
1. Dapat menyumbangkan pemikiran untuk menemukan solusi permasalahan pada lahan parkir di suatu tempat yang menjadi pusat kegiatan, khususnya perkantoran atau di beberapa lokasi yang membutuhkan tempat parkir.
 2. Dapat memberikan fasilitas parkir yang lebih baik dan mengurangi dampak resiko parkir liar.
 3. Dapat mengurangi terhadap kebutuhan pada perluasan lahan parkir

2. METODE

2.1 Ketentuan Umum

Satuan Ruang Parkir (SRP) adalah ukuran luas efektif untuk meletakkan kendaraan (Mobil penumpang, bus atau truk, atau sepeda motor), termasuk ruang bebas dan lebar buka pintu. Untuk hal-hal tertentu bila tanpa penjelasan, SRP adalah SRP untuk mobil Penumpang. Secara teknis, lahan parkir memiliki spesifikasi tertentu yang telah ditentukan. Hal tersebut terurai dalam buku Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir, yang ditetapkan pada tahun 1996 oleh Direktur Jenderal Perhubungan Darat. Spesifikasi tersebut mencakup hal-hal dasar, mulai dari panjang dan lebar dari sebuah kendaraan, hingga cakupan ruang untuk membuka pintu bagi kendaraan roda 4. (Direktur Jenderal Perhubungan Darat, 1996)



Gambar 2. 1 Satuan Ruang Parkir

Pada gambar diatas menunjukkan dimensi ruang parkir dari sebuah mobil pribadi dengan keterangan sebagai berikut :

- B = Lebar Total Kendaraan
 L = Panjang Total Kendaraan
 O = Lebar Buka Pintu
 a1, a2 = Jarak Bebas Arah Longitudinal
 R = Jarak Bebas Lateral

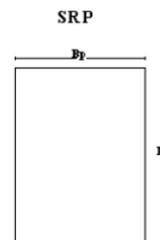
2.2 Dimensi ruang mobil

Berbagai jenis dan tipe mobil tentunya memiliki spesifikasi tersendiri. Dimensi mobil juga bervariasi dari perbedaan jenis, merek dan tipenya. Seperti merek mobil *Daihatsu Ayla* yang memiliki dimensi 3,640 m panjang mobil, 1,600 m lebar mobil, dan 1,520 m tinggi mobil. Jenis mobil tersebut termasuk dalam salah satu

jenis mobil yang memiliki ukuran cukup kecil. Sedangkan merek mobil yang memiliki dimensi besar, diantaranya seperti *Toyota Land Cruiser*, yang memiliki spesifikasi 4,950 m panjang, 1,970 m lebar mobil, dan tinggi 1,905 m. 2 mobil tersebut memiliki selisih dimensi kurang lebih 1,5 m panjang, dan 0,5 m lebar dan tinggi (Autofun, 2022)

Pada pedoman parkir, area parkir memiliki selisih lebih besar 80 cm dari total lebar mobil 170 cm, dan 30 cm lebih besar dari 470 cm total panjang mobil sesungguhnya. Jika ruang parkir memiliki dimensi 2,5 m lebar dan 5 m panjang, maka dimensi tersebut cukup untuk rata-rata mobil yang sering ditemukan, namun tidak pada jenis mobil yang memiliki dimensi lebih besar (Direktur Jenderal Perhubungan Darat, 1996)

Untuk Satuan Ruang Parkir, seperti gambar dibawah ini:



Sumber 1.2 : Satuan Ruang Parkir

Keterangan :

Bp : Lebar total ruang parkir Bp = 250 cm (2,5 m)

Lp : Panjang total ruang parkir Lp = 500 cm (5 m)

2.3 Dimensi Mobil

Dalam penelitian ini, terdapat tiga jenis mobil berbeda yang dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan *Prototype Smart Parking system* dengan Metode *Lifting*. Diantaranya adalah mobil jenis SUV, MPV, dan Crossover.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Mobil

Spesifikasi / Jenis Mobil	Mitsubishi Pajero Sport (SUV)	Toyota Alphard (MPV)	Honda HR-V (CROSSOVER)
Panjang	4.825 mm	4.945 mm	4.385 mm
Lebar	1.815 mm	1.850 mm	1.790 mm
Spesifikasi / Jenis Mobil	Mitsubishi Pajero Sport (SUV)	Toyota Alphard (MPV)	Honda HR-V (CROSSOVER)
Tinggi	1.835 mm	1.895 mm	1.590 mm
Berat	2,030 kg	1,815 kg	1,226 kg

Dengan demikian, dapat diasumsikan bahwa *Satuan Ruang Parkir* (SRP) yang memiliki spesifikasi panjang total 5 m dan lebar total 2,5 m memenuhi terhadap kebutuhan ruang parkir dari spesifikasi mobil yang terdapat pada tabel.

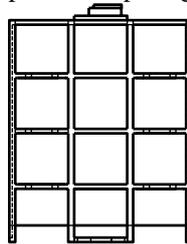
2.4 Bagian Mekanik

Pada struktur bangunan parkir bertingkat, ada beberapa bagian diantaranya adalah ;

- Rangka
- Motor Stepper
- Motor Servo
- Lead Screw
- Palet Rak Parkir
- Palet Lifting
- Rel Palet

Rangka

Desain Rangka Bangunan Tower Parkir, dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 2 Desain Rak Parkir (Tampak Depan)

- Tegangan Ijin

Dengan asumsi bahwa faktor-faktor lain adalah normal. Memberikan safety factor (sf) berdasarkan jenis beban sebagai berikut (Suhariyanto, dkk. 2011). Tegangan ijin dapat dihitung dengan persamaan 2.1

1. Beban Statis : sf = 1,25 - 2
2. Beban Dinamis : sf = 2,1 - 3
3. Beban Kejut : sf = 3,1 - 5

$$\sigma \text{ max} = \frac{\sigma Ts}{sf} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan keterangan:

Sf : Safety Factor

σTs : tensile strength

- Tegangan Kerja

Diketahui untuk menghitung tegangan maksimum dapat menggunakan persamaan 2.2

$$\sigma \text{ max} = \frac{M.y}{I} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan Keterangan :

$\sigma \text{ max}$: Tegangan yang terjadi (N/m²)

M : Momen

y : Titik pusat material (m)

I : Momen Inersia (N.m)

Motor Stepper

Torsi motor didefinisikan sebagai aksi dari suatu gaya pada motor yang dapat mempengaruhi beban untuk ikut bergerak. Secara umum torsi merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu (Samroni, 2021)



Gambar 2. 3 Motor Stepper

Rumusan untuk *torsi* dapat diturunkan seperti berikut ;

$$T = F \cdot l \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana nilai *F* dapat diturunkan :

$$F = m \cdot a \text{ (saat motor bergerak naik)}$$

$$F = m \cdot g \text{ (saat motor bergerak turun)}$$

Sedangkan hubungan Torsi (*Torque*) terhadap daya (*Power*) pada sebuah motor dapat dihitung dengan persamaan 2.4.

$$P = \omega \cdot T \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk motor listrik, rumusan untuk kecepatan sudut adalah:

$$\frac{\omega = 2\pi n}{60} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan keterangan:

P = daya atau power, watt (*W*)

T = Torsi (*Torque*), Newton Meter (*Nm*)

F = gaya penggerak, Newton (*N*)

l = jarak, meter (*m*)

w = kecepatan sudut, radian/detik (*Rad/s*)

n = kecepatan putaran motor (*rpm*)

m = Massa (*kg*)

g = gravitasi

a = percepatan motor (*m/s²*)

Motor Servo

Motor Servo merupakan salah satu jenis motor DC, motor dengan sistem umpan balik tertutup yang mana letak dari motor segera diinformasikan Kembali ke rangkaian control yang ada di dalam motor servo. Motor servo bekerja secara *close loop*. Poros motor dikaitkan dengan rangkain kendali, selanjutnya bila putaran poros belum sampai pada tempat yang diinginkan maka rangkaian kendali akan terus mencari tempat hingga mencapai tempat yang diinginkan. (Remy Martin)



Gambar 2. 4 Motor Servo

Lead Screw

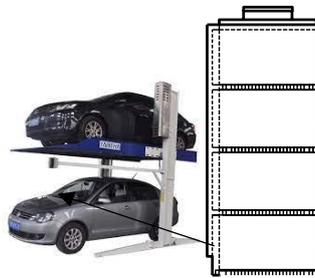
Lead Screw adalah poros berulir yang merupakan pengubah Gerakan dengan memanfaatkan gaya tekan akibat perputaran ulir menjadi Gerakan linier. Prinsip kerjanya sebenarnya seperti pemasangan mur dan baut, Ketika mur diputar maka akan didapatkan pergerakan linier dari bautnya. Dengan mekanisme kerja demikian tadi *lead screw* dapat memudahkan pekerjaan manusia. (Restu F, Hakim R, Ramadhana H.K)



Gambar 2. 5 Lead Screw

Palet Rak Parkir

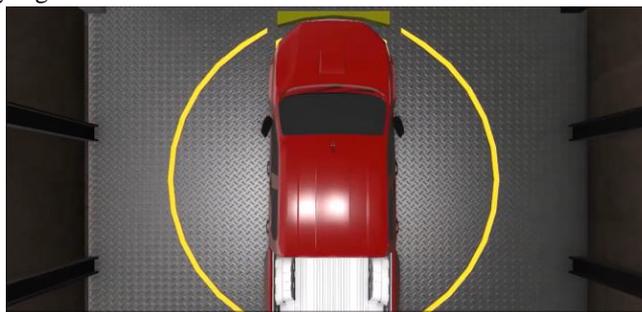
Palet Rak parkir, adalah bagian yang akan menjadi area parkir. yang digunakan pada alat ini yaitu jenis *Twin Tower Parking*, yaitu struktur bangunan yang memiliki tiga bagian kolom, yang dimana kolom tengahnya adalah area lifting dan kolom disisi sampingnya adalah area rak parkir.



Gambar 2. 6 Rak Parkir (Tampak Samping)

Palet Lifting

Palet *Lifting* adalah bagian untuk menaikkan dan menurunkan mobil dari tempatnya. Area *lifting* ini berfungsi sebagai penjemput mobil dari rak untuk diturunkan, atau mengantarkan mobil untuk diparkirkan pada rak yang tersedia.



Gambar 2. 7 Platform Lifting

Palet

Palet adalah wadah yang akan dijadikan sebagai penempatan mobil. Pada bagian palet *lifting*, prinsip kerjanya yaitu bergerak secara vertikal untuk menaikkan atau menurunkan mobil. Sedangkan palet rak, bergerak secara horizontal yang akan menerima mobil dari palet *lifting* atau meletakkannya.



Gambar 2. 8 Palet Parkir

Bearing

Bearing adalah komponen mekanis yang digunakan untuk mengurangi gesekan antar dua permukaan yang bergerak satu sama lain. Bearing digunakan sebagai tempat untuk menopang putaran *lead screw* yang menggerakkan suatu mekanisme. Fungsi utama bearing dalam tempat putaran *lead screw* adalah untuk mengurangi gesekan yang timbul akibat putaran sekrup. Dengan adanya bearing yang dipasang pada titik tertentu pada *lead screw*, gesekan antara permukaan sekrup dan tempatnya dapat dikurangi secara signifikan.



Gambar 2. 9 Bearing Lead Screw

2.5 Bagian Elektrik

Pada alat ini, terdapat bagian elektrik yang menjadi penggerak alat, diantaranya ;

- Keypad
- Mikrokontroler

Keypad

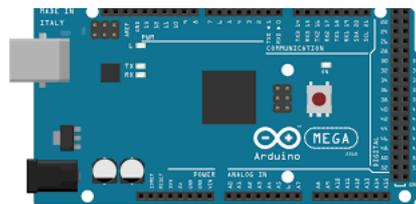
Sebuah *Keypad* pada dasarnya adalah struktur saklar *push button* yang disusun secara matriks. Beberapa saklar bisa dirangkai membentuk sebuah rangkaian *Keypad*. Dalam susunan keypad ini terdiri dari 4 baris dan 4 kolom, salah satu kaki saklar akan terhubung ke salah satu kolom dan kaki yang lainnya akan terhubung dengan salah satu baris. Kolom dan baris akan terhubung ke mikrokontroler.



Gambar 2. 10 Keypad

Mikrokontroler

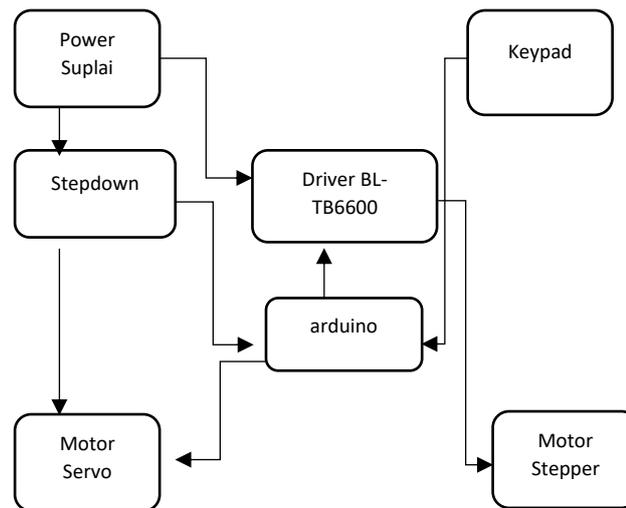
Arduino Mega2560 dapat memuat semua Modul yang diperlukan pada system *Prototype Smart Parking System* dengan Metode *Lifting*. Arduino dihubungkan ke komputer dengan sebuah kabel usb untuk metode konfigurasi, dan bisa disuplai dengan sebuah adaptor AC ke DC atau sebuah baterai untuk memulainya (Hadi, 2018)



Gambar 2. 11 Mikrokontroler Arduino

2.6 Rangkaian Elektrik

Adapun rangkaian elektrik yang terdapat pada Rancang Bangun *Prototype Smart Parking System* dengan Metode *Lifting*, sebagai berikut;



Gambar 3. 6 Rangkaian elektrik

2.7 Langkah Pembuatan

proses pembuatan Rancang Bangun prototype smart parking system dengan metode lifting , terurai sebagai berikut:

- Mempersiapkan Desain Rangka

Yaitu mendesain untuk skala nyata, dan diskalakan menjadi prototype

- Mempersiapkan alat dan bahan

Untuk memulai pembuatan maka perlu alat dan bahan yang dibutuhkan, serta juga alat-alat keselamatan untuk pelindung diri.

- Melakukan Perancangan miniatur Alat

Melakukan pemotongan bahan untuk bagian-bagian yang diperlukan sesuai skala yang sudah ditentukan. Yaitu 1:20

- Melakukan perakitan pada setiap komponen dan bahan

Yaitu mulai merakit dan menyatukan bagian-bagian yang sebelumnya dipotong

- Merakit komponen elektrik

Yaitu perakitan komponen elektrik dan pengkonfigurasi mikrokontroler sebagai system kendali pada alat.

- Proses menyatukan rangka dan komponen elektrik

Yaitu memasang komponen elektrik pada bagian rangka sesuai dengan fungsionalnya.

- Melakukan pengujian terhadap rancangan yang sudah utuh
- Tahap uji coba alat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengamatan

Data yang diamati adalah keypad, lantai dan slot parkir, posisi sudut Servo, Langkah dan arah motor stepper.

Tabel 4. 1 Deskripsi Data Pengamatan

Lantai	terdapat 3 lantai parkir dan 1 lobi in-out(jalur masuk ke platform lifting dan keluar dari platform lift).
Slot parkir	setiap lantai terdapat 2 slot parkir (total ada 6)
Servo	setiap slot parkir terdapat 1 servo(portal)
Sudut servo	0 dan 180 derajat portal tertutup, 90 derajat portal terbuka

Keypad	<p>tombol 1-6 memiliki 2 kombinasi (A,B) yang dimana;</p> <p>tombol angka merupakan alamat slot parkir (untuk menggerakkan Langkah motor stepper). Yang dialamatkan seperti berikut;</p> <p>1-2 untuk lantai 1(slot1 dan slot2)</p> <p>3-4 untuk lantai 2(slot3 dan slot4)</p> <p>5-6 untuk lantai 3(slot3 dan slot6)</p> <p>Tombol huruf merupakan Arah gerak lifting. A adalah naik, dan B adalah turun. (untuk menggerakkan arah motor stepper, A berlawanan arah jarum jam dan membuka portal, B searah jarum jam dan portal tertutup).</p>
--------	---

Dengan simulasi seperti berikut;

- Jika, Tombol 1 yang dikombinasikan dengan tombol A (1A) ditekan, maka akan memposisikan servo di 90 derajat, dan memutar motor stepper sebanyak 7600 langkah berlawanan arah jarum jam(arah naik media lift).
- Jika, tombol 1 yang dikombinasikan dengan tombol B(1B) ditekan. Maka akan memposisikan servo di 0 derajat, dan memutar motor stepper sebanyak 7600 langkah searah jarum jam (arah turun media lift).

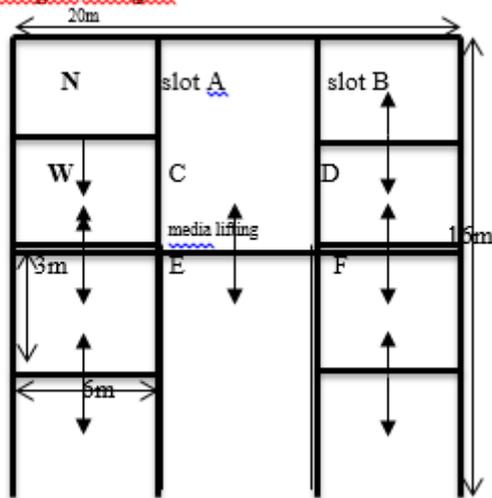
Perhitungan

Perhitungan Rangka (*skala nyata*)

Berikut merupakan tahap Analisa kekuatan rangka terhadap rangka yang menerima gaya maksimum.

Analisa tersebut dilakukan pada perhitungan berikut:

Perhitungan Rangka



Gambar 4. 1 Free Body Diagram

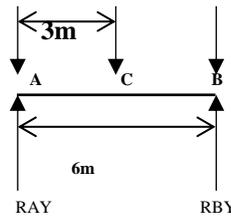
massa mobil : $1815\text{kg} \times 6 \text{ slot} = 10890\text{kg}$
 massa gear, rantai: $1100\text{gr} \text{ (prototype)} \times 20 \text{ (skala nyata)}$
 $= 22\text{kg}$
 Massa total : $10890\text{kg} + 22\text{kg} = 10.912\text{kg}$
 Nilai F di setiap Slot yaitu; 10912kg
 Nilai gravitasi diasumsikan = 10 m/s^2

Perhitungan Slot A

$$f = m \cdot g$$

$$f = 10912 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$f = 109120 \text{ N} = \frac{109120}{2} = 54560 \text{ N}$$



kesetimbangan gaya luar

$$\bullet \quad \sum f_x = 0$$

$$\sum f_x = 0$$

$$RAY + RBY - 54560 \text{ N} = 0$$

$$RAY + RBY = 54560 \text{ N}$$

$$\bullet \quad \sum MA = 0$$

$$-54560 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} + RBY \cdot 6 \text{ m} = 0$$

$$-163680 \text{ Nm} + RBY \cdot 6 \text{ m} = 0$$

$$RBY \cdot 6 \text{ m} = 163680 \text{ Nm}$$

$$RBY = \frac{163680 \text{ Nm}}{6 \text{ m}}$$

$$RBY = 27280 \text{ N}$$

$$\bullet \quad RAY + RBY = 54560 \text{ N}$$

$$RAY + 27280 \text{ N} = 54560 \text{ N}$$

$$RAY = 54560 \text{ N} - 27280 \text{ N}$$

$$RAY = 27280 \text{ N}$$

$$\bullet \quad MA = 0$$

$$\bullet \quad Mc = 0$$

$$= RAY \cdot 3 \text{ m}$$

$$= 27280 \text{ N} \cdot 3 \text{ m}$$

$$= 81840 \text{ Nm}$$

$$\bullet \quad Mb = 0$$

$$= RAY \cdot 6 \text{ m} - 54560 \text{ N} \cdot 3 \text{ m}$$

$$= 27280 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} - 54560 \text{ N} \cdot 3 \text{ m}$$

$$= 163680 \text{ Nm} - 163680 \text{ Nm}$$

$$= 0$$

$$\bullet \quad \text{Momen Inersia}$$

$$I = \frac{(b \cdot h^3)}{12}$$

$$I = \frac{(60 \text{ cm} \cdot 60 \text{ cm}^3)}{12}$$

$$I = \frac{(60 \text{ cm} \cdot 216000 \text{ cm}^3)}{12}$$

$$I = \frac{(12960000\text{cm}^4)}{12}$$

$$I = 1080000\text{cm}^4$$

$$I = 10800\text{m}^4$$

- Titik timbul (Y)

$$y = \frac{b}{2}$$

$$y = \frac{60\text{cm}}{2}$$

$$y = 30\text{ cm}$$

- Tegangan tarik maksimal

$$m = 10912\text{kg}$$

$$g = 10\text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot g$$

$$F = 10912\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2$$

$$F = 109120\text{N}$$

$$A = 6\text{m} \times 4\text{m}$$

$$A = 24\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \sum \max &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{109120\text{N}}{24\text{m}^2} \\ &= 4546,6\text{Nm}^2 \\ &= 0,0045466\text{ mpa} \end{aligned}$$

$$\text{Momen maksimum (Mmax)} = 163680\text{Nm}$$

$$\text{Tegangan Tarik Maksimal (Tmax)} = 0,0045466\text{mpa}$$

$$\text{Tegangan Tarik rangka (Tmax rangka)} = ?$$

$$\begin{aligned} &= \frac{M_{\max} \cdot y}{i} \\ &= \frac{163680\text{Nm} \cdot 0,3\text{m}}{10800\text{m}^4} \\ &= \frac{49104\text{Nm}^2}{10800\text{m}^4} \\ &= 4,54\text{Nm}^2 \\ &= 0,00000454\text{mpa} \end{aligned}$$

Tegangan Ijin

Besaran tegangan yang diijinkan harus lebih kecil dan tidak melebihi tegangan yang diijinkan. Maka dari itu perlu diperhitungkan untuk mengetahui nilai tegangan yang diijinkan.

Diketahui;

$$S_f = 2$$

$$\sigma_{Ts} = 310\text{ mpa}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{310}{2}$$

$$= 155\text{mpa}$$

$$0,0045466\text{mpa} \leq 155\text{mpa}$$

Dari hasil perhitungan, rangka smart parking dapat dinyatakan aman.

Perhitungan Torsi (Prototype)

Berikut merupakan perhitungan kebutuhan torsi yang diperlukan untuk mengoperasikan alat.

Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat, adalah seperti berikut:

$$T = \frac{F \cdot dm}{2} \left(\frac{f\pi dm + l}{\pi dm - fl} \right)$$

Keterangan:

T= torsi

F=gaya dorong/ beban total(N)

Dm=diameter pitch/kontak ulir (mm)

l=jarak pitch ulir (mm)

f=koefisien gesek ulir

Diketahui:

F=1005gr (beban ini merupakan beban dari mobil mainan dan plat media lifting)

Dm=7mm

l=8mm

f=0,15

Maka,

$$T = \frac{(9,85)(7)}{2} \left(\frac{(0,15)(3,14)(7) + 8}{(3,14)(7) - (0,15)8} \right)$$

$$T = \frac{68,95}{2} \left(\frac{11,297}{20,78} \right)$$

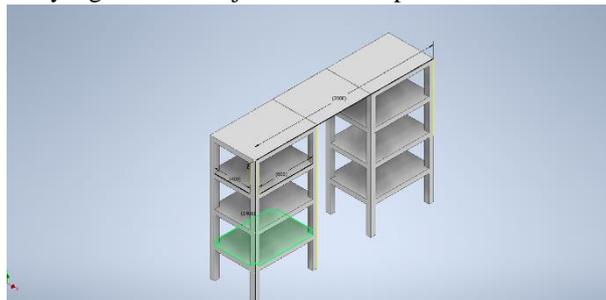
$$T = 34,475 \times 0,543$$

$$T = 18,71\text{Nmm}$$

$$T = 0,01871\text{Nm}$$

Perancangan Alat**- Desain**

Proses perancangan ini dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti mendesain rangka pada *Software Inventor*. Berikut merupakan hasil desain yang sudah dikerjakan sebelum pembuatan.



Gambar 4. 2 Desain Rangka

Proses desain dilakukan untuk mengetahui dimensi prototype yang perlu dibuat dengan menskalakan 1:20 dari keadaan nyata. Dengan kata lain, alat yang saya buat merupakan miniatur sedangkan rangka nyata(bangunan) 20 kali lebih besar dari alat yang saya buat.

Mekanisme Kerja Komponen

Mekanisme kerja dari miniatur/prototype yaitu dengan menggunakan motor stepper sebagai penggerak. Alat ini merupakan alat semi otomatis yang tentunya memerlukan beberapa komponen elektrik pendukung yang memiliki fungsinya masing-masing. seperti berikut;

-Keypad :tombol keypad harus ditekan dengan kombinasi yang sesuai untuk kebutuhan, contoh: tombol 1A ditekan, media lift naik, dan portal terbuka.

- Stepper: berfungsi sebagai media penggerak yang menerima perintah dari Arduino untuk mengeksekusi Tindakan tertentu yang mana, Arduino menerima sinyal dari keypad.
- Servo juga memiliki konfigurasi hampir sama dengan stepper, yaitu mengeksekusi perintah sesuai sinyal dari keypad yang ditransfer melalui Arduino.
- Dan beberapa komponen pendukung lainnya seperti stepdown, powersuplai, driver control stepper.

Pengambilan data/pengujian

Pada tahap ini pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dari pembuatan Rancang Bangun *Prototype Smart Parking Systemlif* dengan Metode *Lifting*. Saat dilakukan pengujian didapatkan data sebagai berikut;

Tabel 4. 2 Data Pengujian

No	Keypad	Lantai/slot	Posisi Sudut Servo	Langkah Stepper/arrah
1	1A	1/1	90 derajat	7600/naik
2	1B	Lobi in-out	0 derajat	7600/turun
3	2A	1/ 2	90 derajat	7600/naik
4	2B	Lobi in-out	180 derajat	7600/turun
5	3A	2/3	90 derajat	15200/naik
6	3B	Lobi in-out	0 derajat	15200/turun
7	4A	2/4	90 derajat	15200/naik
8	4B	Lobi in-out	180 derajat	15200/turun
9	5A	3/5	90 derajat	22800/naik
10	5B	Lobi in-out	0 derajat	22800/turun
11	6A	3/6	90 derajat	22800/naik
12	6B	Lobi in-out	180 derajat	22800/turun

Dengan keterangan sebagai berikut;

1A menuju lantai 1 dan membuka portal slot parkir 1, dengan perintah memutar servo 90 derajat dan menggerakkan stepper 7600 langkah berlawanan arah jarum jam(naik).

1B menuju lobi bawah dan menutup portal slot parkir 1, dengan perintah memutar servo ke 0 derajat dan menggerakkan stepper 7600 langkah searah jarum jam(turun).

Dan seterusnya. Berdasarkan hasil pengujian, *prototype smart parking system* dengan metode *lifting* dapat dioperasikan sesuai konfigurasi data yang sudah diamati dan dimasukkan pada mikrokontroler Arduino. Dan hasil akhir yang didapat adalah pernyataan bahwa alat berhasil dan berjalan dengan baik.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembuatan *Prototype Smart Parking System* dengan Metode *Lifting*. Dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Berdasarkan penggunaan metode *lifting* menggunakan keypad, Arduino dan motor stepper, *prototype smart parking system* berhasil dibuat. System ini memungkinkan pengguna untuk mengoperasikan proses parkir secara otomatis.
2. Dari Analisa dan proses perhitungan, kekuatan rangka dan kebutuhan torsi untuk motor stepper didapatkan hasil bahwa rangka dan torsi motor stepper memenuhi kebutuhan untuk dioperasikan dengan parameter beban mobil mainan sebesar 1005g.

Saran

Disarankan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya, untuk memperhatikan ukuran rangka pada saat pemotongan, agar lebih memotongnya dengan pas dan tidak ada toleransi, agar rangka dapat presisi dan tidak berpengaruh pada bengkoknya media lifting.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rasa tulus dan tangan terbuka, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada POLTERA dan dosen pembimbing saya. Berkat dukungan, bimbingan, dan inspirasi yang diberikan, saya berhasil menyelesaikan proyek Tugas Akhir dengan sukses. Semua panduan dan nasihat berharga telah membantu saya melewati setiap tantangan, dan fasilitas kampus telah menjadi tempat yang nyaman untuk mengembangkan ide. Saya sangat beruntung memiliki kesempatan untuk belajar dan tumbuh di lingkungan akademik ini, dan harapan saya adalah dapat membawa kontribusi positif di masa depan. Terima kasih banyak atas segalanya.

6. DAFTAR NOTASI

m = Massa [kg]

g = gravitasi [m/s^2]

T = Torsi [Nm]

7. DAFTAR PUSTAKA

- Bestari, I. K. (2018). Analisis Sistem Tenaga Dan Redesign Tower Crane Potain MD 900. 113.
- Darat, D. J. (1996). Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir.
- Hadi, E. S. (2018). Rancang Bangun Sistem Kendali Parkir Rotasi Berbasis Rfid Dan Arduino. 26.
- Hamsi, A.;Siregar, I. A.;Sabri, M.;Mahadi;& Tugiman. (2018). Simulasi Perancangan Dan Pembuatan Shop Drawing Pada Pembangunan Lift Penumpang Kapasitas 20 Orang/1350 Kg. Jurnal Dinamis, 11.
- Hernanto, F. (2017). Rancang Bangun Sistem Kendali Parkir Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Proximity Berbasis Mikrokontroler. Tugas Akhir, 72.
- Ira, L. (Ei Pvm). Ukuran Mobil Ayla Terbaru, Dimensi, Dan Spesifikasinya. Perawatan Kendaraan, 2022.
- Latief, M. (Ei Pvm). Sistem Identifikasi Menggunakan Radio Frequency Identification (Rfid). Saintek, 6.
- Pangestu, A. (2021). Analisis Tali Baja Lift Barang Berkapasitas 500 Kg Pada Bangunan 2 Lantai. Tugas Akhir, 74.
- Rahmanto, D. N.;Prasojo, J.;& Handayani, T. (2022). Alat Pendeteksi Warna RGB. Prosiding, 9.
- Remy Martin. (Ei Pvm). Sistem Kendali Palang Pintu Otomatis Menggunakan Barcode Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p-Pu Pada Pintu Masuk Perpustakaan UNILA, 9.
- Restu F, Hakim R, Ramadhana H.K. (Ei Pvm). Rancang Bangun Alat Tambal Ban Dalam Sepeda Motor, 8.
- Samroni, M. A. (2021). Rancang Bangun Komponen Mekanik Pada Model Lift 5 Lantai. 48.
- Sistem Kendali Palang Pintu Otomatis Menggunakan Barcode. (Ei Pvm). Sistem Kendali Palang Pintu Otomatis Menggunakan Barcode Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p-Pu Paada Pintu Masuk Perpustakaan Unila, 9.
- Wijayanti, A. (2017). Kendali Palang Pintu Parkir Menggunakan E-Ktp Sebagai Tag Berbasis Arduino Uno. 63.
- Yandra, E. F.;Lapanporo, B. P.;& Jumarang, M. I. (2016). Rancang Bangun Timbangan Digital Berbasis Sensor Beban 5 Kg Menggunakan Mikrokontroler Atmega328. POSITRON, 6