

MODIFIKASI MOTOR RODA TIGA RADIUS BELOK 2,5 METER

Erwanto¹, Dedy Ramdhani², Irfan Azzam³, Reilibra Indienov Valka⁴, Vieri Andrian⁵,

^{1,2,3,4,5}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: erwanto.polmanbabel@gmail.com

ABSTRAK

Sepeda motor roda tiga ini merupakan penelitian lanjutan dari proyek sebelumnya berjudul "Simplifikasi Sepeda Motor Roda Tiga Untuk Membantu Para Penderita Cacat Fisik Dan Stunting". Kendaraan yang dirancang khusus bertujuan untuk membantu penderita cacat fisik dan stunting. Dari pengembangan dan uji coba proyek sebelumnya terdapat beberapa permasalahan yang perlu diperbaiki, seperti selisih radius belok kanan dan kiri terlalu besar, fungsi shockbreaker tidak berfungsi dengan baik pada konstruksi yang mengakibatkan salah satu ban terangkat ketika berbelok, dan pembuatan komponen custom yang kurang presisi. Maka, dalam penelitian ini dilakukan penyempurnaan dan perbaikan yang bertujuan untuk memberikan batas radius belok minimum sebesar 2,5 meter diukur dari lintasan roda dalam dan memperkecil selisih radius belok dengan mengganti beberapa komponen custom menjadi komponen standart agar konstruksi lebih presisi dari sebelumnya. Dari hasil uji coba didapatkan hasil radius belok kanan dan kiri kurang dari 2,5 meter. Ketika berbelok diukur dari lintasan roda dalam ketitik pusat linkaran maka, belok kekanan didapatkan radius belok sebesar 2,1m dan belok kekiri sebesar 2,17m. Dan juga selisih radius belok lebih kecil dari sebelumnya antara belok kanan dan kiri karena, fungsi shockbreaker yang sudah berfungsi dengan baik yang dapat membuat tubuh driver membantu ketika bermanuver serta ketika berbelok salah satu ban sudah tidak terangkat kembali dari permukaan lintasan.

Kata kunci : Motor roda tiga, disabilitas, radius belok, sistem kemudi

ABSTRACT

This three-wheeled motorcycle is a follow-up research from a previous project entitled "Simplification of Three-Wheeled Motorcycles to Help People with Fisk Disabilities and Stunting". The specially designed vehicles aim to help people with physical disabilities and stunting. From the development and trial of previous projects, there are several problems that need to be corrected, such as the difference between the right and left turning radius is too large, the shockbreaker function does not function properly in construction which results in one of the tires lifting when turning, and the manufacture of custom components that lack precision. Thus, in this study, improvements and improvements were made aimed at providing a minimum turning radius limit of 2.5 meters measured from the inner wheel track and reducing the difference in turning radius by replacing some custom components into standard components so that construction is more precise than before. From the test results, the right and left turning radius results were less than 2.5 meters. When turning measured from the inner wheel track to the center point

of the linkaran, turning right gets a turning radius of 2.1m and turning left of 2.17m. And also the difference in turning radius is smaller than before between turning right and left because, the shock absorber function is already functioning properly which can make the driver's body help when maneuvering and when turning one of the tires is not lifted back from the track surface.

Keywords: Three-wheeled motorcycle, disability, turning radius, steering system

1. PENDAHULUAN

Tubuh manusia terdiri dari berbagai bagian tubuh setiap anggota tubuh memiliki mekanisme kerjanya sendiri. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), penyandang disabilitas fisik adalah manusia dengan disabilitas. Istilah ini berarti orang cacat daksa sebagai individu dengan anggota tubuh yang hilang atau tidak lengkap terlihat dengan mata telanjang seperti kaki atau lengan yang diamputasi, buta, tuli, dan sebagainya. Penyandang disabilitas juga perlu bepergian atau memerlukan alat transportasi dalam kebutuhan perjalanan atau berpindah tempat. Di pasaran sudah banyak produk ataupun pengembangan alat transportasi sepeda motor roda dua yang dibuat menjadi motor roda tiga dengan menambahkan satu roda pada bagian depan ataupun belakang pada umumnya. Sepeda motor roda tiga merupakan alat transportasi pendukung dalam keseharian penyandang disabilitas. Namun, harga untuk mendapatkan produk motor roda tiga pasaran dapat dibeli dengan harga yang lebih mahal dibandingkan dengan sepeda motor roda dua pada umumnya.

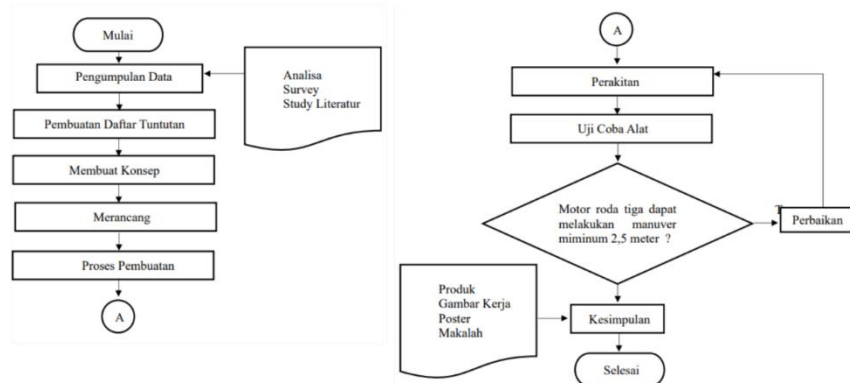
Pada proyek penelitian sebelumnya berjudul "Simplifikasi Sepeda Motor Roda Tiga Untuk Membantu Para Penderita Cacat Fisik Dan *Stunting*" tahun 2022 yang diteliti oleh Agustin Prayoka dkk dilakukan simplifikasi motor *matic* standar yang beroda dua menjadi beroda tiga dengan posisi 2 roda didepan dan 1 roda pada posisi belakang. Pada hasil pengamatan proyek simplifikasi sebelumnya didapatkan hasil pengurangan jumlah proses pemesinan sebesar 65%, berkurangnya jumlah part rangka sebesar 70% dari proyek awal, dan juga sistem kemudi dirubah dengan menambahkan *part* bantalan *bearing* yang sangat membantu memperlancar sistem belok yang terhubung dengan *universal joint*, serta didapatkan hasil uji coba belok kekanan menghasilkan radius sebesar 3,2 meter dan belok kekiri menghasilkan radius sebesar 2 meter diukur dari lintasan roda dalam ke titik pusat lingkaran.

Akan tetapi masih terdapat beberapa kekurangan seperti pada saat belok kekiri lebih ringan dan belok kekanan kurang maksimal pada kecepatan tertentu. Selain itu juga pada pembuatan dudukan *shockbracker* tidak menggunakan alat bantu yaitu *waterpass* sehingga kondisi ban sedikit miring dan terangkat pada saat berbelok. Kemudian, pada *shockbreaker* berfungsi disalah satu ketika berbelok mengakibatkan salah satu roda depan terangkat. Kondisi tersebut juga mengakibatkan motor saat bermanuver kaku karena, tubuh driver tidak dapat mendorong membantu sistem belok ketika bermanuver.

Maka, pada penelitian ini akan dirancang dan dibuat konstruksi dudukan roda motor roda tiga yang lebih sederhana dengan selisih radius yang lebih kecil dari konstruksi sebelumnya.

2. METODE

Adapun dalam penyelesaian tugas akhir ini dilakukan dengan langkah-langkah yang telah direncanakan agar dalam pelaksanaan dan pengerjaan proyek akhir dapat terarah dan dapat mencapai target yang diharapkan. Langkah-langkah tersebut disajikan secara ringkas dalam diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan konsep rancangan dilakukan dengan membuat komponen konstruksi menjadi sebuah konstruksi yang berfungsi sebagai solusi berdasarkan rumusan masalah dan daftar tuntutan yang ditetapkan dengan tujuan mendapatkan pemecahan terhadap masalah yang dihadapi dengan mempertimbangkan aspek - aspek perancangan baik waktu, biaya, fungsi, serta proses pembuatan yang efisien. Dengan batasan waktu yang telah ditentukan selama jangka waktu proyek akhir.








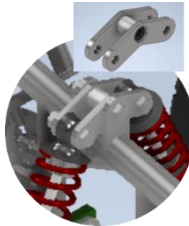

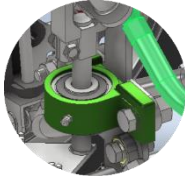





Gambar 2. Desain Proyek Sebelumnya



Gambar 3. Desain Rencana

Pada konsep desain rencana menggunakan menambahkan beberapa part standar bertujuan agar konstruksi yang dibuat kepresisian menjadi lebih baik dari desain sebelumnya, pada bagian *shockbreaker* diberikan tumpuan *bush shockbreaker* yang dapat bergerak atas bawah sehingga *shockbreaker* dapat berfungsi dengan baik ketika berbelok salah satu ban tidak terangkat kembali, dan juga fungsi *shockbreaker* ini adalah salah satu faktor dari sekian banyak faktor-faktor yang berpengaruh terhadap besar kecilnya radius belok karena *shockbreaker* berperan dalam merubah posisi sumbu horizontal roda depan kanan dan kiri pada konstruksi motor roda tiga. Berikut adalah perbandingan rancangan sebelumnya dengan konsep rencana rancangan dudukan roda depan motor roda tiga yang akan dimodifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Konsep Modifikasi Konstruksi

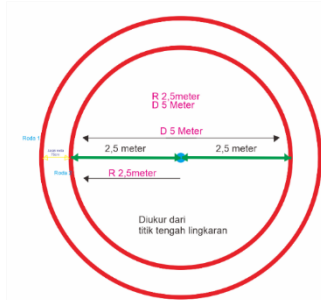
| Proyek Sebelumnya | Desain Rencana | Keterangan |
|---|---|---|
|  |  | <p>Desain rangka terbaru lebih sederhana dari penggunaan material dan proses pemesinan dengan 16 titik pengelasan dan konstruksi lebih ringan serta meningkatkan kepresisian pada rangka. dibandingkan sebelumnya dengan 46 titik pengelasan yang dilakukan dan kurang efektif untuk mencapai kepresisian yang dibutuhkan.</p> |
|  |  | <p>Pada posisi untuk tempat pemasangan lengan segitiga penyangga lebih sederhana dari proses pemesinan dan lebih efisien meningkatkan kepresisian yang dibutuhkan cukup dengan satu lubang sumbu dibandingkan dengan sebelumnya membutuhkan dua lubang sumbu yang beresiko membuat sumbu tidak presisi pada saat <i>assembly</i> dengan lengan segitiga penyangga.</p> |
|  |  | <p>Posisi dudukan atas <i>shockbreaker</i> didesain agar dapat bergerak atas bawah dengan menggunakan bush agar kedua <i>shockbreaker</i> dapat berfungsi dengan optimal ketika bermanuver agar dapat menahan salah satu ban tidak terangkat lagi ketika berbelok. Yang mana sebelumnya <i>shockbreaker</i> tidak dapat berfungsi optimal hanya salah satu berfungsi ketika bermanuver.</p> |
|  |  | <p>Pada posisi untuk tempat pemasangan <i>pillow bearing</i> lebih efektif dengan menggunakan satu sumbu lubang dibandingkan sebelumnya harus menggunakan plat tambahan dan bertumpu pada <i>hollow pipe</i> rangka yang beresiko akan bergeser ke atas atau bawah sehingga dapat merubah posisi <i>pillow bearing</i> itu sendiri.</p> |
|  |  | <p>Pada lengan segitiga penyangga menggunakan part standart <i>rod end bearing</i> yang bertujuan meningkatkan kepresisian konstruksi, mengurangi proses pemesinan, dan memperlancar fungsi engsel pada lengan segitiga penyangga yang mana sebelumnya menggunakan part <i>custom</i> dengan <i>pipe hollow</i> yang membuat sumbu perakitan lengan segitiga tidak presisi dan juga dimensi panjang lengan segitiga penyangga satu dengan yang lain berbeda membuat selisih belok kanan dan kiri sangat besar pada proyek sebelumnya.</p> |
|  |  | <p>Pada desain rencana plat-u penahan menggunakan plat dengan ketebalan 3mm agar dalam pemakaian jangka panjang tidak mengalami pembengkokan. Proyek sebelumnya menggunakan material untuk plat-u penahan dengan ketebalan 1mm sehingga mengalami pembengkokan ketika pemakaian lama terhadap beban yang diberikan.</p> |
|  |  | <p>Pada desain rencana plat-u pengunci rangka dibuat mengikuti penampang sasis motor utama agar penekanan maksimal dan memperkecil gesekan yang terjadi ketika diberikan beban. Yang sebelumnya menggunakan plat membuat <i>assembly</i> sehingga kurang maksimal dan tidak presisi pada</p> |



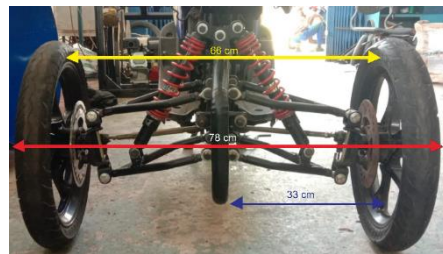
saat pemasangan posisi konstruksi dudukan roda depan terhadap sasis utama motor roda tiga. Pada desain rencana 95% menggunakan baut dan mur standart M10 agar dalam proses assembly atau pembongkaran lebih efisien waktu yang mana proyek sebelumnya masih didominasi beragam baut dan mur seperti M10 M14 M16 yang membutuhkan banyak *tools* juga dalam perakitan dan pembongkaran konstruksi dudukan roda depan motor roda tiga.

A. Analisa Perhitungan Kemudi

Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai radius belok ini salah satunya dipengaruhi oleh *wheelbase* yaitu jarak, antara roda bagian depan dan roda bagian belakang, serta besarnya sudut kemiringan roda yang dihasilkan. Perhitungan menggunakan mekanisme sistem kemudi *Ackermann*. Perhitungan kemudi dengan menggunakan variasi belokan masing masing roda bernilai sama terhadap radius belok.

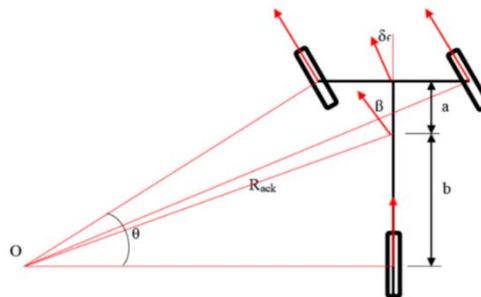


Gambar 4. Skema Pengujian Motor Roda Tiga



Gambar 5. Jarak Antar Roda Depan Motor Roda Tiga

Menghitung besar sudut belok netral motor roda tiga dapat digunakan persamaan sebagai berikut :



Gambar 6. Sistem Kemudi Motor Roda Tiga (Sumber: Ahmad Jauhari, 2017)

$$R_{ack} = \frac{a+b}{\delta_f} 57,29 \dots\dots\dots 1$$

Keterangan :

- L (a+b) = Panjang wheelbase (meter)
- O = Pusat sumbu putar
- Rack = Radius belok *ackerman*

- Θ = Sudut belok ideal
- B = Sudut *side slip* kendaraan
- δf = Sudut belok (derajat)

- Diketahui = L motor roda tiga = 1,35 meter

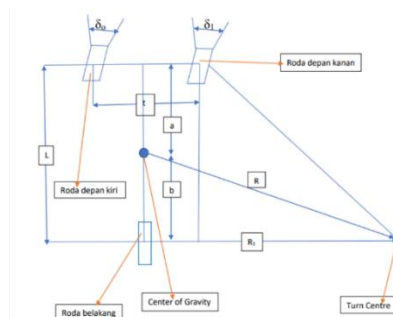
$$\begin{aligned} \text{Rack} &= \frac{1,35m}{5^\circ} 57,29 & \text{Rack} &= \frac{1,35m}{20^\circ} 57,29 \\ &= 15,46 \text{ m} & &= 3,86 \text{ m} \\ \text{Rack} &= \frac{1,35m}{10^\circ} 57,29 & \text{Rack} &= \frac{1,35m}{25^\circ} 57,29 \\ &= 7,73 \text{ m} & &= 3,09 \text{ m} \\ \text{Rack} &= \frac{1,35m}{15^\circ} 57,29 & \text{Rack} &= \frac{1,35m}{30^\circ} 57,29 \\ &= 5,15 \text{ m} & &= 2,57 \text{ m} \\ \text{Rack} &= \frac{1,35m}{35^\circ} 57,29 \\ &= 2,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 2. Perhitungan Sudut Belok dan Radius Belok Netral

| δf (Sudut Belok Derajat) | Rack (Radius Belok Netral) |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 5° | 15,46m |
| 10° | 7,73m |
| 15° | 5,15m |
| 20° | 3,86m |
| 25° | 3,09m |
| 30° | 2,57m |
| 35° | 2,2m |

Berdasarkan perhitungan diatas maka, minimal sudut belok roda adalah 30° untuk mendapatkan sudut netral radius belok sebesar 2,57 meter. Ketika diukur pada lintasan roda depan ke titik pusat lingkaran maka, dapat dihasilkan radius belok motor roda tiga adalah sebagai berikut:

- Besar radius belok dari lintasan netral motor roda tiga 2,57 meter. Maka, besar radius belok jika diukur dari lintasan roda depan bagian dalam adalah 2,57 meter – 0,33 meter = 2,24 meter. Sedangkan jika diukur dari lintasan roda depan bagian luar adalah 2,57 meter + 0,33 meter = 2,9 meter.



Gambar 7. Susunan Rangkaian Untuk Menghitung Radius Belok Netral Tipe Analisis Ackerman (Sumber : Fuadi Mhd, 2018)

Keterangan :

L (*wheelbase*) = Jarak antara sumbu roda depan dengan sumbu roda belakang

t (*track width*) = Jarak antara roda depan sebelah kiri dengan roda depan bagian kanan

R = Radius sudut belok batas maksimum

δ_0 = Sudut belok roda depan kiri

δ_1 = Sudut belok roda depan kanan

Rumus yang digunakan untuk menghitung besar sudut belokan roda terhadap radius belok motor roda tiga dapat menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\delta_0 = \tan^{-1} \frac{L}{(R + \frac{t}{2})} \dots \dots \dots 3.2$$

$$\delta_1 = \tan^{-1} \frac{L}{(R - \frac{t}{2})} \dots \dots \dots 3.3$$

• Diketahui :

$L = 1,35\text{m}$

$t = 78\text{cm} (0,78\text{m})$

Karena tuntutan minimum radius belok yang dihasilkan adalah 2,5 meter diukur dari lintasan roda depan bagian dalam. Maka kami menggunakan nilai $R = 2,5\text{m} - \frac{t}{2}$. Maka $R = 2\text{m}$ untuk besar radius belok diukur dari roda bagian dalam ketika berbelok.

$$R = \sqrt{b^2 + L \cot 2\delta}$$

$$\cot \delta = \sqrt{\frac{R^2 - b^2}{L^2}}$$

$$\cot \delta = \sqrt{\frac{2^2 - 0,675^2}{1,35^2}}$$

$$\cot \delta = \sqrt{\frac{4 - 0,45}{1,82}}$$

$$\cot \delta = 1,39$$

$$\delta = 41,2^\circ$$

δ adalah cotangen rata-rata dari sudut *steer* pada bagian dalam dan luar lintasan pada tipe analisis *ackerman*. Secara absolut, radius belok merupakan radius yang dihitung dari titik pusat tikungan ke *center of gravity* dari kendaraan.

R_1 adalah jarak antara pusat kelengkungan tikungan yang ditarik garis lurus menuju bidang normal dari roda belakang hingga menuju garis lurus yang melintasi *center of gravity*. Perhitungan R_1 bisa dilakukan dengan menghitung persamaan berikut ini:

$$R_1 = \sqrt{R^2 - b^2}$$

$$R_1 = \sqrt{2^2 - 0,675^2}$$

$$R1 = 1,9 \text{ meter}$$

$$\delta_0 = \tan^{-1} \frac{L}{(R1 + \frac{t}{2})}$$

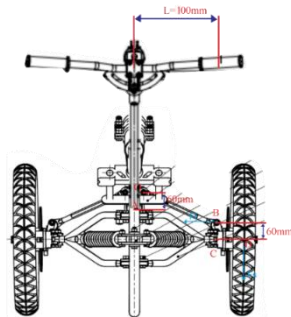
$$\delta_0 = \tan^{-1} \frac{1,35}{(1,9 + \frac{0,78}{2})} = 30,54^\circ$$

$$\delta_1 = \tan^{-1} \frac{L}{(R1 - \frac{t}{2})}$$

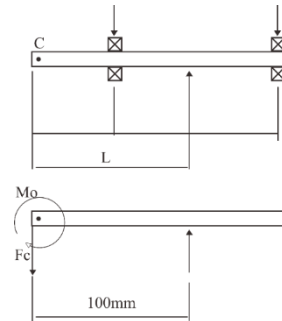
$$\delta_1 = \tan^{-1} \frac{1,35}{(1,9 - \frac{0,78}{2})} = 41,66^\circ$$

Maka, berdasarkan perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan radius belok motor roda tiga sebesar minimum 2,5 meter belok ke kiri dan kekanan disimpulkan sudut belok yang harus dicapai roda depan untuk lintasan roda depan bagian luar yang terbentuk dibulatkan sebesar 30.5°. Sedangkan sudut belok yang harus dicapai untuk lintasan roda depan bagian dalam dibulatkan sebesar 41,6°.

Perhitungan beban statis adalah perhitungan untuk menentukan batasan beban pada sistem kemudi sepeda motor roda tiga. Yaitu, dilakukan perhitungan gaya yang bekerja pada bagian kemudi. Skema analisa perhitungan menggunakan diagram benda bebas (DBB) kemudi motor roda tiga. Perhitungan dapat menggunakan persamaan dibawah ini (Adin Vidiatama dkk, 2022).



Gambar 8. Sistem Kemudi Motor Roda Tiga



Gambar 9. DBB Kemudi Motor Roda Tiga

Diketahui :

- $L = 100\text{mm}$
- $W \text{ Keseluruhan} = 150\text{kg} = 1500\text{N}$

Ditanya :

- Momen bengkok (Nmm)
- Momen tahanan bengkok (mm^3)
- Tegangan bengkok (σ_b)

Dijawab :

- Mencari gaya rencana pada sistem kemudi (F_c) dapat digunakan persamaan berikut ini:

$$\sum F_x = \sum F_y$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_c = \frac{W}{4} \dots\dots\dots 3.4$$

$$F_c = \frac{150}{4} = 375N$$

- Sedangkan untuk mencari momen bengkok (M_b) yang terjadi pada sistem kemudi dapat digunakan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} \sum M_o &= 0 \\ -F_c \cdot L + M_b &= 0 \\ M_b = F_c \cdot L &\dots\dots\dots 3.5 \\ &= 375 N \cdot 100mm = 37.500 Nmm \end{aligned}$$

- Sedangkan untuk mencari momen tahanan bengkok (W_b) dapat digunakan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{\pi \cdot d^2}{32} \dots\dots\dots 3.6 \\ W_b &= \frac{3,14 \cdot 20^3}{32} \\ &= 785 mm^3 \end{aligned}$$

- Sedangkan untuk mencari tegangan bengkok (σ_b) yang terjadi dapat digunakan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots 3.7 \\ \sigma_b &= \frac{37.500 Nmm}{785mm^3} \\ &= 47,77 N/mm^2 \end{aligned}$$

- Keterangan :

σ_b = Tegangan Bengkok yang Diizinkan ($\frac{N}{m^2}$)
 M_b = Momen Bengkok (Nmm)
 W_b = Momen Tahan Bengkok (mm^3)
 F_c = Gaya (N)
 W = Beban (N)

B. Uji Coba Lapangan

Setelah dilalui tahap perakitan adapun persiapan untuk kemudian melakukan uji coba lapangan terhadap proyek yang telah dikerjakan (dimodifikasi), yaitu sebagai berikut :

- Motor roda tiga yang telah dimodifikasi dan siap uji coba
- Alat ukur berupa meteran, tali dan paku
- Driver / pengemudi

Adapun point–point yang akan diuji coba pada motor roda tiga yang dudukan roda depan telah dimodifikasi yaitu, :

- Uji coba kerangka pembebanan 150kg
- Uji coba sistem kemudi jalan lurus dan manuver kiri beban 60kg
- Uji coba fungsi shockbreaker

Setelah dilakukan uji coba didapatkan hasil uji coba besar radius belok dari modifikasi dudukan roda depan motor roda tiga dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 10. Uji Belok Beban 60kg



Gambar 11. Mengukur Radius Belok Menggunakan Meteran

Dapat dilihat pada Gambar 10 adalah proses pengukuran hasil dari manuver belok kanan dan kiri motor roda tiga setelah dimodifikasi dengan menggunakan bantuan alat ukur meteran. Dengan mengukur bekas lintasan yang dihasilkan oleh kedua ban depan motor yang dibebani oleh driver ketika mengemudi sehingga meninggalkan bekas lintasan roda pada permukaan tanah.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Lapangan

| No. | Uji Coba | Setelah Modifikasi | Sebelum Modifikasi |
|-----|---------------|--|--|
| 1. | Beban | Mampu menahan 2 orang pengemudi dewasa dengan bobot per-orang maksimal 60kg. | Mampu menahan 2 orang pengemudi dewasa . |
| 2. | Belok | Menghasilkan radius belok kekanan 2,1m dan kekiri 2.17m selisih belok ± 15 cm. Untuk proses belok kiri dan kanan sudah terasa ringan karena, tubuh driver sudah dapat membantu mendorong ketika bermanuver. | Menghasilkan radius belok kekanan 3.2m dan kekiri 2m selisih belok ± 250 cm. Untuk proses belok kiri sistem beloknya bagus, dan untuk belok kekanan sedikit kurang maksimal pada saat pembelokan. |
| 3. | Sistem Kemudi | <i>Shockbreaker</i> kiri dan kanan berfungsi dengan baik sehingga tubuh pengemudi ketika bermanuver dapat membantu mempermudah ketika belok kanan dan kiri. | <i>Shockbreaker</i> tidak berfungsi dan tubuh pengemudi kaku tidak dapat membantu bermanuver ketika mengemudi. |
| 4. | Jalan Lurus | Untuk jalan lurus masih kurang sempurna karena, kondisi ban ketika mendapat beban menjadi tidak lurus ditambah keadaan <i>shockbreaker</i> yang sudah berfungsi mengakibatkan ketika | Untuk kondisi jalan lurus, beroperasi baik. |

jalan lurus motor sulit berada
pada titik lurus.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan uji coba lapangan, maka dapat diambil kesimpulan hasil akhir proyek yang dikerjakan, sebagai berikut :

- a. Proyek ini didapatkan radius belok kekanan 2,1m dan belok kekiri 2,17m selisih belok antara kanan dan kiri sebesar ± 15 cm.
- b. Fungsi *shockbreaker* berfungsi dengan baik dan optimal. dan tubuh *driver* ketika mengemudi tidak kaku serta dapat membantu sistem manuver motor ketika berbelok.
- c. Konstruksi lebih presisi beberapa komponen *custom* diganti dengan komponen standar dan proses pemesinan berkurang.
- d. Posisi ban ketika diberi beban ± 60 kg menjadi tidak lurus ketika dikemudikan sehingga ketika berbelok ataupun jalan lurus masih belum sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Abang, B., Rizki, N.S. and Viki, V. (2021) 'Rancang Bangun Sistem Kemudi Sepeda Motor Roda Tiga'.
- Adin Vidiatama, A.M. and Lazuardi, M.G. (2022) 'Modifikasi Kemudi Pada Mobil Listrik Pengguna Bangka Belitung'.
- Agustin Prayoga, Aldi Anugrah, N. (2022) 'Simplifikasi sepeda motor roda tiga untuk membantu para penderita cacat fisik dan stunting'.
- Artika, K.D., Syahyuniar, R. and Priono, N. (2017) 'Perancangan Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik', *Jurnal Elemen*, 4(1), p. 01.
- I Made Mara, Anak Agung Alit Triadi, A.S.R. (2023) 'ANALISIS SUDUT BELOK DAN KECEPATAN TERHADAP RADIUS BELOK MOBIL LISTRIK ANALYSIS OF TURNING ANGLE AND SPEED OF ELECTRIC VEHICLE TURNING', pp. 99–106.
- Jauhary, A. (2017) 'Perbaikan Desain Turning Radius Melalui Lengan Knuckle Sistem Kemudi Ackermann', *Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta*, pp. 1–74.
- Kristyanto, B. (2016) 'Perancangan Sepeda Motor Roda Tiga Untuk Kaum Difabel Daksa', *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Unisbank*, pp. 284–290.
- Prayoga, B.D., Poernomo, H. and Bisono, F. (2018) 'Perancangan dan analisis sistem pengereman hydraulic pada mobil minimalis roda tiga', *Conference on design and manufacture and its application*, 1(2), pp. 94–104.
- Ramadani, R., Poernomo, H. and Setiawan, T.A. (2018) 'Perancangan Sistem Pengereman Pada Kendaraan Bermotor Roda Tiga Sebagai Alat Bantu Transportasi Bagi Penyandang Disabilitas', *Proceedings Conference on ...*, pp. 148–154.
- Rinaldy, M.R., Poernomo, H. and Setiawan, A. (no date) 'Desain Kendaraan Bermotor Roda Tiga Sebagai Alat Bantu Transportasi Bagi Penyandang Disabilitas', pp. 55–59.
- Setyono, B. *et al.* (no date) 'UJI EKSPERIMENTAL KINERJA E-CAR EASY PARKING', pp. 1–8.