ANALISIS KINEMATIK LINKAGE KURSI RODA PASIEN MULTI FUNGSI

Moch Andy Sariadji[1], Ayu Setyaning Sayekti Poesoko[2], Bambang Setyono[3], Rafi Budi Kameswara[4]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]
e-mail: andylita1122@gmail.com[1], bambang@itats.ac.id[2], dan ayusp@itats.ac.id[3]

ABSTRACT

Wheel chair belongs to a medical device for assisting a patient having problems in walking, particularly for patients with injury, leg defect, motor neuron disorder, and old people. Nowadays, various types of wheel chairs are available such as manual and automatic ones. The development of technology has contributed to numerous innovations in wheel chairs. A multifunctional wheel chair employs electrical motor to control the wheels, while the actuator becomes the height controller. This research was carried out through several processes such as survey, literature study, field study, picture preparation, manufacturing system process plan, manufacturing process, result analysis, and conclusion drawing. The analyses required Matlab software for simulating the movement and displaying maximum and minimum heights as well as demonstrating the needs for actuator force. The researcher developed a model of kinematic mechanism for regulating the height of multifunctional patient wheel chair based on the mechanism of 4 Linkage bars. The initial height and the highest position of wheel chair that can be reached are 432.444 mm and 699.474 mm. Thus, these values have approached the requirements of design by 363 mm and 670 mm. Meanwhile, the biggest actuator force to lift up the patient's bed is 1392.1N and it is still lower than the specification of maximum load on the actuator that had been bought (2000N).

***Keywords**: kinematic analysis, linkage, patient wheel chair, multifunctional*

ABSTRAK

Kursi roda salah satu perangkat medis yang digunakan untuk membantu pasien yang mempunyai permasalahan dalam berjalan, khususnya bagi pasien yang mengalami cidera, cacat kaki, gangguan saraf motorik, dan manula. Saat ini sudah ada banyak jenis kursi roda, ada yang manual dan otomatis. Dengan berkembangnya teknologi, banyak inovasi yang dapat diaplikasikan pada kursi roda. Untuk membuat kursi roda multifungsi dengan menggunakan motor listrik sebagai pengendali roda, Pada kursi roda dan actuator sebagai alat pengendali ketinggian terdapat Proses penelitian yaitu survey dan studi literatur, studi lapangan, persiapan gambar, perencanaan proses sistem manufaktur, proses manufaktur, perakitan, perhitungan, analisa hasil dan kesimpulan. Analisa ini diperlukan software Matlab untuk simulasi gerakan dan menunjukan hasil tinggi maksimum dan minimum serta menunjukan kebutuhan gaya aktuator. Penelitian dapat dimodelkan sebuah model mekanisme kinematik untuk pengaturan ketinggian kursi roda pasien multifungsi dengan basis mekanisme 4 batang Linkage. ketinggian awal maupun posisi tertinggi kursi roda yang dapat dicapai adalah 432.444 mm dan 699.474 mm, nilai ini mendekati persyartan desain yaitu 363 mm dan 670 mm. Kebutuhan gaya aktuator terbesar untuk mengangkat tempat tidur pasien adalah 1392,1N ini masih lebih kecil dari spesifikasi maximal load pada actuator yg debeli (2000N).

Kata kunci : Analisis kinematik, linkage, kursi roda pasien, multifungsi

PENDAHULUAN

Kursi roda merupakan salah satu alat bantu mobilitas yang penting bagi individu dengan keterbatasan fisik. Seiring dengan perkembangan teknologi, kini telah hadir kursi roda pasien multi fungsi yang dirancang untuk memenuhi berbagai kebutuhan pengguna dengan lebih efektif. [1] Salah satu aspek penting dalam desain kursi roda adalah kinematik dari linkage yang menggerakkan kursi tersebut. Kinematik linkage yang tepat akan memastikan kinerja optimal kursi roda, meningkatkan kenyamanan dan keamanan pengguna, serta memfasilitasi aktivitas sehari-hari mereka. [2] Oleh karena itu, analisis kinematik pada linkage kursi roda pasien multi fungsi menjadi sangat penting untuk memahami karakteristik gerakan dan memperbaiki desain yang ada. Dalam studi ini, kami melakukan analisis kinematik terhadap linkage kursi roda pasien multi fungsi dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang dinamika gerakan dan mengoptimalkan desain kursi roda untuk meningkatkan kualitas hidup pengguna.

ISSN 2775-5630

TINJAUAN PUSTAKA

Kinematika, sebagai studi tentang gerakan objek dan mekanisme, telah menjadi topik yang penting dalam pengembangan desain kursi roda.[6] Dalam konteks kursi roda pasien multi fungsi, analisis kinematik pada linkage (sambungan) menjadi aspek krusial untuk memastikan kinerja optimal dan kenyamanan bagi pengguna. Penelitian terdahulu telah menyoroti pentingnya analisis kinematik dalam pengembangan kursi roda, tetapi penelitian khusus mengenai kinematik linkage pada kursi roda pasien multi fungsi masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan melakukan analisis kinematik secara mendalam terhadap linkage pada kursi roda pasien multi fungsi. [4]

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengulas tentang desain dan ergonomi kursi roda, namun kurangnya fokus pada analisis kinematik pada linkage.[3] Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kinematika linkage kursi roda pasien multi fungsi, serta memberikan kontribusi yang berharga dalam pengembangan desain yang lebih baik dan peningkatan kinerja kursi roda tersebut.

Titik Berat

Titik berat suatu benda merupakan konsep penting dalam fisika yang mengacu pada titik di mana seluruh massa benda tersebut dianggap terkonsentrasi. Konsep ini memiliki signifikansi besar dalam analisis mekanika, terutama dalam memahami perilaku benda yang bergerak atau dalam keadaan keseimbangan. Dalam studi-studi sebelumnya, penelitian mengenai titik berat telah mengungkapkan bahwa posisi titik berat mempengaruhi stabilitas dan pergerakan suatu benda. Misalnya, dalam bidang teknik sipil, penentuan titik berat sangat penting dalam perencanaan struktur bangunan untuk memastikan stabilitas dan keamanannya. [5]

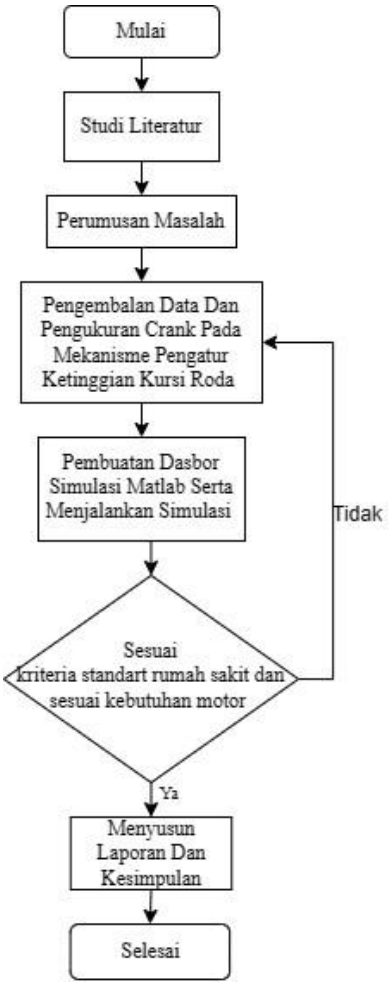
Selain itu, dalam bidang olahraga dan biomekanika, pemahaman tentang titik berat membantu dalam analisis gerakan tubuh manusia dan pengembangan peralatan olahraga yang ergonomis. Penelitian sebelumnya telah mencoba untuk mengukur dan menghitung titik berat dengan menggunakan berbagai metode, termasuk metode eksperimental dan perhitungan matematis. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang konsep titik berat, kita dapat meningkatkan efisiensi desain, meningkatkan kinerja sistem, dan mengoptimalkan kestabilan benda dalam berbagai aplikasi praktis.

MATLAB

Penggunaan perangkat lunak MATLAB dalam pengujian teknologi tepat guna telah menjadi subjek penting dalam literatur terkait. MATLAB menawarkan berbagai alat yang kuat untuk analisis data, pemodelan matematika, dan simulasi sistem, sehingga sangat cocok untuk menguji teknologi tepat guna. Beberapa penelitian sebelumnya telah menyoroti kegunaan MATLAB dalam berbagai konteks, mulai dari pengembangan perangkat medis hingga teknologi energi terbarukan. Dalam konteks pengujian teknologi tepat guna, MATLAB dapat digunakan untuk merancang eksperimen, mengumpulkan data, menganalisis hasil, dan memodelkan kinerja teknologi tersebut. Keunggulan MATLAB dalam hal kemudahan penggunaan dan fleksibilitas membuatnya menjadi pilihan utama bagi peneliti dan praktisi yang ingin melakukan pengujian yang teliti dan efisien terhadap teknologi tepat guna. Dengan demikian, penggunaan MATLAB dalam perhitungan untuk menguji teknologi tepat guna tidak hanya meningkatkan akurasi dan keandalan hasil, tetapi juga mempercepat proses pengembangan teknologi yang lebih baik dan lebih berdaya guna.

METODE

Metode yang digunakan dalam suatu analisa atau studi harus terstruktur dengan baik sehingga dapat dengan mudah menerangkan atau menjelaskan penelitian yang dilakukan. Oleh karena itu dalam laporan skripsi ini digunakan metode yang diuraikan seperti diagram alir berikut.
Proses dalam menyelesaikan laporan skripsi ini melalui beberapa tahap sebagai berikut: Studi literatur
Tahap ini dilakukan untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan, seperti buku dan jurnal penelitian terdahulukerusakan layout diagram alir saat dilakukan format edditing naskah. Pembuatan diagram alir yang benar ditunjukkan seperti pada Gambar 1, yaitu diagram alir sederhana menggunakan Diagram Editor.



Gambar 1 Diagram Alir

Pemodelan dan perhitungan mekanisme pengatur ketinggian kursi roda multifungsi

Frame rangke untuk mekanisme pengatur ketinggian

Skema mekanisme model kursi roda multi fungsi untuk kasus ini berfungsi untuk menaikan *mainframe* 5 sistem aktuator 6 yang menarik boomerang (*crank*) 2, dan meneruskannya melalui batang penghubung 3 ke *crank* 4. *Crank* 2, batang penghubung 3 dan *crank* 4 membentuk mekanisme *linkage* 4 batang , bila crank 2 dan crank 4 berotasi maka akan membuat mainframe 5 terangkat.

Pemodelan gaya yang bekerja pada struktur

Gaya gaya yang bekerja pada kursi roda terdiri dari berat kursi roda dan beban pasien gaya-gaya ini adalah gaya luar yang bekerja pada struktur kursi roda. Untuk mengatur posisi ketinggian kursi roda maupun untuk mengubah posisi kursi roda haruslah dapat diatasi oleh aktuator yang dipasang pada kursi roda tersebut. [9] Distribusi beban kerja pada kursi roda maupun maupun efek dari gaya penggerak kursi roda diteruskan hingga ke kaki kursi roda melalui joint – joint penghubung elemen lingkage. Joint –joint tersebut harus mampu memikul beban benda yang didistribusikan kepadanya dan juga memungkinkan gerak relative dari dua elemen lingkage yang terhubung sehingga kursi roda dapat diatur posisinya dengan mudah. [7]

Guna mengidentifikasi semua gaya yang bekerja pada elemen linkage yang terhubung sehingga kursi roda dapat diatur posisinya dengan mudah, pendekatan yang digunakan adalah dengan menganggap kursi roda sebagai benda kaku yang didukung oleh kaki kursi roda. Kemudian, dibuatlah skema benda kaku tersebut dalam bentuk diagram gaya bebas (FBD) yang menggambarkan gaya-gaya pada benda kaku BCJ. Dari FBD tersebut, dengan menggunakan persamaan benda tegar, semua aksi dan reaksi yang terjadi pada struktur bed dapat ditentukan. Pendekatan serupa juga diterapkan untuk menentukan semua gaya yang bekerja pada elemen bed, dengan menganggap bed sebagai benda kaku yang didukung oleh kaki bed.[8]

ISSN 2775-5630

Dengan membuat skema benda kaku tersebut dalam bentuk diagram gaya bebas (FBD) yang menunjukkan gaya-gaya pada benda kaku BCJ, semua aksi dan reaksi yang terjadi pada struktur kursi roda dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan benda tegar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persyaratan desain dan rekomendasi

Berdasarkan standar IEC yaitu dasar kebutuhan optimasi desain tempat tidur rumah sakit di gunakan untuk kenyamanan pada pasien untuk mencapai kenyamanan tersebut harus mengetahui lingkungan aplikasi pada rumah sakit. Persyaratan desain dan rekomendasi untuk kursi roda yang bias di rubah jadi tempat tidur rumah sakit harus disadari bahwa tanggung jawab dalam menentukan penggunaan tempat tidur rumah sakit disandarkan pada pabrikan.

Bentuk struktur bed yang di harapkan.

Bentuk dan struktur yang di harapkan dapat membuat pasien aman dan nyaman bila menggunakannya, selain itu juga :

a. Mampu menahan benturan terhadap alas penopang.
b. Mampu menahan pembebanan sisi alas penopang kasur.
c. Memiliki daya tahan terhadap pergerakan dari alas penopang kasur.

Pemodelan yang baik

Model yang akan di rancang dalam tesis ini yang berhubungan dengan optimasi desain kinematik Linkage pengatur ketinggian kursi roda multifungsi,

a. Kursi roda yang bisa jadi tempat tidur
b. Kursi roda Model Elektrik.

Ergonomi

Kursi roda rumah sakit yang bisa di jadikan tempat tidur untuk mengakaomodasi praktek medis dan prosedur yang akan digunakan dengan interaksi badan manusia pada peralatan elketromedik harus dipertimbangkan sebagai metoda untuk memastikan operasional yang effisien dan aman. Berikut ini disajikan untuk pertimbangan dalam menyampaikan masalah untuk tempat tidur dalam lingkungan aplikasi yang sudah ditentukan.

Berdasarkan ukuran tubuh manusia atau antropometry di Indonesia dan berdasarkan atas standar ISO 7176-5, maka dimensi bagian utama kursi roda telah ditetapkan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Ukuran standar ISO 7176-5

NO	URAIAN	DIMENSI (mm)
1	Panjang Maksimum	1300
2	Lebar	700
3	Tinggi Total	1000
4	Tinggi Kursi	700
5	Lebar Tempat Duduk	500
6	Tinggi Tempat Duduk Dari Tanah	500
7	Tinggi Sandaran Dari Tempat Duduk	200
8	Panjang Tempat Duduk	450
9	Tinggi Sandaran	300

Dimensi Tempat Tidur Periksa dengan Penyesuaian Antropometri ditetapkan pada table berikut

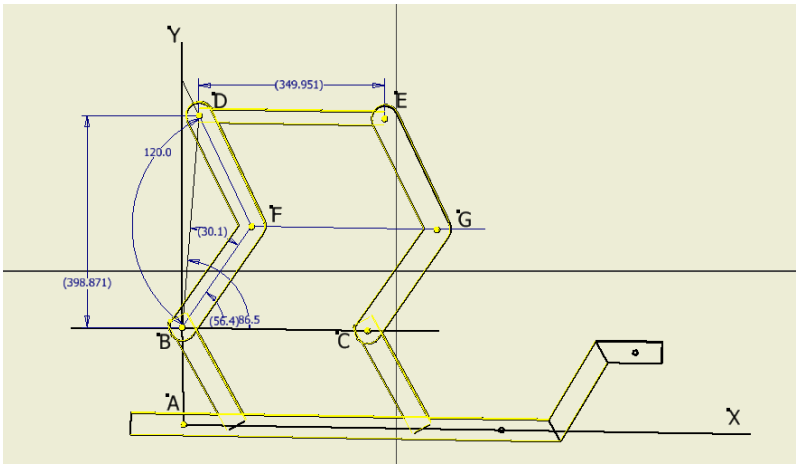
ISSN 2775-5630

Tabel 2. Tempat Tidur Periksa dengan Penyesuaian Antropometri

Bagian tempat tidur	Dimensi (cm)
Rangka penyangga tempat tidur atas	p = 194 l = 57
Rangka penyangga tempat tidur bawah	p = 194 l = 5
Rangka alas tempat tidur back section	p = 71 l = 81
Hi – lo tempat tidur periksa	t min = 36 t maks = 88
Back section tempat tidur periksa	Sudut min = 00 Sudut maks = 800
Bantalan tempat tidur periksa bawa	p = 115 l = 81
Bantalan tempat tidur periksa back section	p = 71 l = 81
Tuas pengangkat tempat tidur periksa	p = 108,5 tebal = 4 cm
Rangka alas tempat tidur bawah	p = 115 l = 81

Pemodelan Mekanisme Pengatur Ketenggian kursiroda dan tempat tidur pasien

Mekanisme Hi Low digambarkan kembali dalam skema mekanisme kinematik 4 batang sebagaimana ditunjukan pada gambar 2. Crank BFD maupun crank CGE dibentuk dengan sudut sudut pembentuk β, δ dan ε



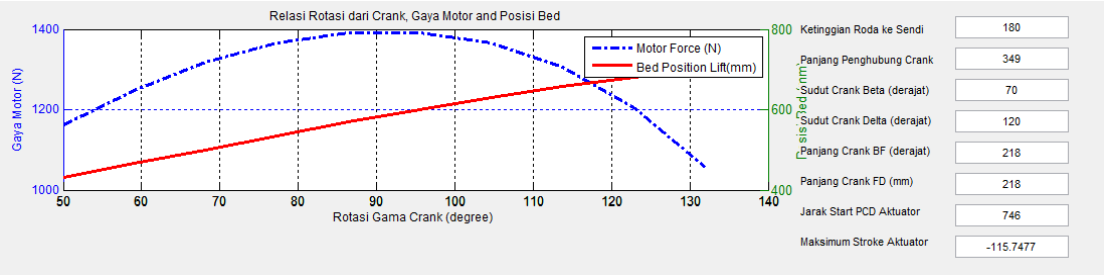
Gambar 2. Data mekanisme hi low

Simulasi kebutuhan gaya aktuor terhadap sudut perubahan dan transformasi.

Tabel 4.4 Tabel sudut perubahan dan kebutuhan gaya actuator kursi roda ke tempat tidur

Crank Alfa_ (derajat)	Crank Gama (derajat)	Gaya actuator (Newton)	Tinggi dari_Bed_Lifting (mm)
-20	50	1161,590082	432,4448757
-10,888889	59,1111111	1248,601437	465,8217039
-1,7777778	68,2222222	1317,055167	500,2374628
7,33333333	77,3333333	1365,230024	534,8238409
16,4444444	86,4444444	1391,102056	568,7082219
25,5555556	95,5555556	1392,147549	601,0357011

Crank Alfa_ (derajat)	Crank Gama (derajat)	Gaya actuator (Newton)	Tinggi dari_Bed_Lifting (mm)
34,6666667	104,666667	1365,047815	630,9906542
43,7777778	113,777778	1305,199952	657,8173161
52,8888889	122,888889	1205,857089	680,8388487
62	132	1056,522721	699,4744174

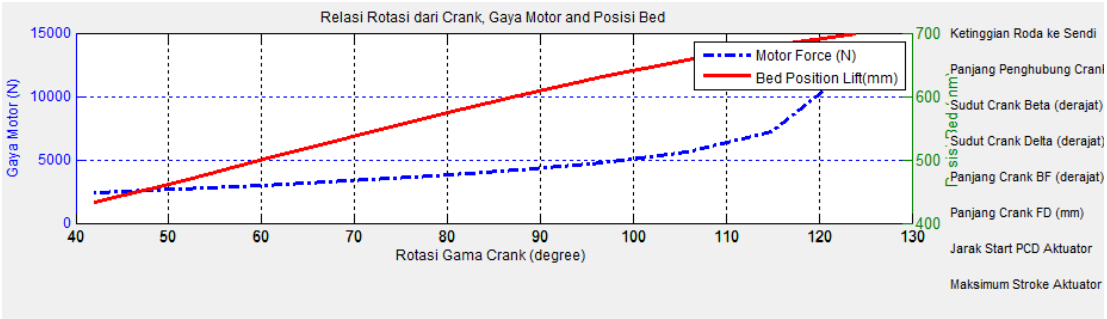


Gambar 3. simulasi sudut perubahan dan kebutuhan gaya actuator kursi roda ke tempat tidur

Tempat tidur ke kursi roda

Tabel 4.5 Tabel sudut perubahan dan kebutuhan gaya actuator dari tempat tidur ke kursi roda

Crank Alfa_ (derajat)	Crank Gama (derajat)	Gaya actuator (Newton)	Tinggi dari_Bed_Lifting (mm)
-20	50	1161,590082	432,4448757
-10,888889	59,1111111	1248,601437	465,8217039
-1,7777778	68,2222222	1317,055167	500,2374628
7,33333333	77,3333333	1365,230024	534,8238409
16,4444444	86,4444444	1391,102056	568,7082219
25,5555556	95,5555556	1392,147549	601,0357011
34,6666667	104,666667	1365,047815	630,9906542
43,7777778	113,777778	1305,199952	657,8173161
52,8888889	122,888889	1205,857089	680,8388487
62	132	1056,522721	699,4744174



Gambar 4. sudut perubahan dan kebutuhan gaya actuator kursi roda ke tempat tidur

ISSN 2775-5630

KESIMPULAN

Melalui penelitian ini, berhasil dimodelkan sebuah mekanisme kinematik untuk mengatur ketinggian tempat tidur pasien menggunakan basis mekanisme 4 batang (four bar linkage). Dari model mekanisme kinematik ini, telah berhasil dibuat model matematis untuk gerakan mekanisme serta model matematis untuk gaya-gaya yang bekerja pada mekanisme dan aktuatornya. Model matematik ini dikembangkan menggunakan perangkat lunak MATLAB 2014a, dan dirancang menjadi sebuah dasbor program aplikasi untuk mensimulasikan gerakan dan beban pada pengaturan ketinggian tempat tidur pasien.

Hasil simulasi menunjukkan gerakan dan gaya yang bekerja pada kursi roda, serta perhitungan ketinggian awal dan posisi tertinggi pada beban maksimal 200 kg. Ketinggian yang dapat dicapai adalah 432.444 mm dan 699.474 mm, yang mendekati persyaratan desain tempat tidur dan kursi roda, yaitu 363 mm dan 880 mm, serta persyaratan tinggi kursi roda sebesar 700 mm. Selain itu, kebutuhan gaya motor/aktuator untuk mengangkat tempat tidur pasien juga ditunjukkan dalam tabel, dengan spesifikasi beban maksimal pada aktuator sebesar 2000N.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kementerian Kesehatan, “Direktorat Bina Produksi dan distribusi Alat Kesehatan,” 2011.

[2] Departemen Kesehatan, “Peraturan Mentri Kesehatan Republik Indonesi Nomor 1189/Menkes/Per/VIII/2010 tetang Produksi Alat Kesehatan dan Perbekalan Kesehatan.,” 2010.

[3] BSN, “SNI IEC 60601-2-52 Peralatan Elektromedik bagian 2-52: persyaratan khusus keselamatan dasar dan kinerja esensial tempat tidur pasien,” 2014.

[4] ISO13485,“Medical devices Quality management systems,” 2016. [5] Susanto, “Injury Risk Assesment of cm Bed use Failure Mode and Effect Analysis for System and Design of the Bed" UII Proceding 2004.

[5] Susanto dan Margono Sugeng “Perbaikan Koneksi Aktuator Pada Sistem Penggerak Mekanisme Hi-Low Hospital Bed Family Clasic di PT. Mega Andalan Kalasan Yogyakarta”, Karya Ilmiah Unggulan ISTN Jakarta Edisi 1, 2014. ISBN 978.979.8268.68.7

[6] Paramount Indonesia, “Katalog Produk PT. Paramount Bed Indonesia,” 2017.

[7] Aries abbas dan Susanto sudiro “optimasi desain kinematik linkage mekanisme pengatur ketinggian tempat tidur pasien’’ 2018.

[8] Aries abbas dan Pungkas prayitno “pemodelan desain mekanisme pengatur ketinggian tempat tidur pasien menggunakan matlab” 2018.

ISSN 2775-5630

[9] Setyono Bambang, Ayu Setyaning Saye S.P, Ahmad Anas A., Kurniawan Bagus W., Analisis Pengujian Performa Kursi Roda Transfer Multi Fungsi Otomatis.2023. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan