

## Rancang Bangun dan Analisa Struktur *Balance Bike* Rotan dengan Beban Maksimal 15 kg

Said Irfan<sup>1</sup>, Abubakar<sup>2\*</sup>, Edy Yusuf<sup>1</sup>, Ahmad Nayan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Pendidikan Vokasi Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Indonesia

\*Corresponding Author: [abubakar.dabet@unimal.ac.id](mailto:abubakar.dabet@unimal.ac.id)

**Abstract** – Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penggunaan *Balance Bike* (BB) terhadap proses belajar mandiri bersepeda. Permasalahan penelitian terfokus pada perancangan dan pembuatan sepeda keseimbangan rotan yang nyaman dan aman untuk anak usia 3-5 tahun. Kajian dibatasi pada desain spesifik rangka utama dan aksesoris pendukungnya. Metodologi penelitian meliputi tinjauan pustaka, analisis produk, perancangan komponen, analisis kekuatan material, serta pembuatan dan perakitan sepeda keseimbangan. Kajian tersebut diambil dari bidang desain rangka sepeda, fungsi keseimbangan sepeda, serta sifat dan pemanfaatan rotan. Temuan penelitian ini bertujuan untuk menawarkan rangka sepeda anak baru yang ramah lingkungan dan menampilkan keunikan rotan sebagai bahan rangka sepeda. Signifikansi studi ini terletak pada memberikan wawasan mengenai proses pembuatan sepeda keseimbangan dan penghematan biaya melalui penggunaan rotan. Hasil penelitian juga memberikan kontribusi terhadap pemanfaatan rotan sebagai material dan analisis struktur Rotan *Balance Bike*. Dari Analisa manual diberi beban 15 kg pada seat stay dan tranmisi gaya pada seat stay 61.29 N, pada chain stay 119.093 N, pada down tube 125.10 N, pada head tube 178.44 N, dan pada fork 13.38 N. Untuk menghitung tegangan pada setiap bagian tube adalah dengan cara membagikan tekanan dengan luas penampang pada masing-masing tube maka didapatkan hasil tegangan chain stay 0.04 N/mm<sup>2</sup>, seat stay 0.48 N/mm<sup>2</sup>, down tube 0.09 N/mm<sup>2</sup>, head tube 0.07 N/mm<sup>2</sup>, fork 0.03 N/mm<sup>2</sup>. Untuk memperjelas analisis *balance bike* diuji Kembali dengan menggunakan Autodesk Inventor, hasil simulasinya adalah pada beban 15 kg, von mises stress 1.164 Mpa, displacement 0.0308 mm, dan safety factor 15.

**Keywords:** Sepeda, *Balance Bike*, Rotan, Rangka Sepeda, Kekuatan Material, Ramah Lingkungan.

### 1 Pendahuluan

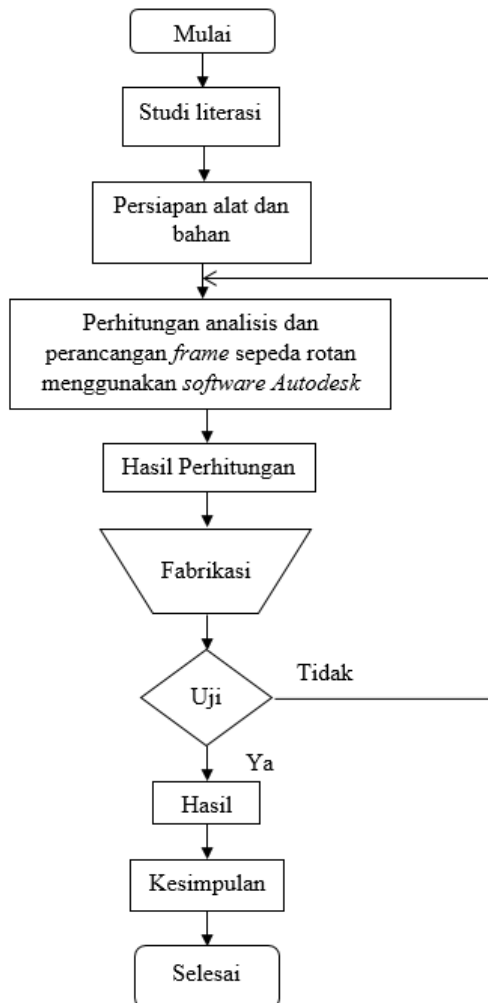
Sepeda berasal dari Bahasa Prancis yaitu *velocipede* yang berarti kereta angin, menurut sejarah bahan awal pembuatan sepeda berasal dari besi yang model awalnya masih sangat primitif. Namun lambat laun dengan seiringnya pergeseran zaman sepeda terus berevolusi dari yang awalnya besi, berubah menjadi aluminium hingga pada akhirnya terbuat dari karbon. Berbagai merk sepeda banyak dijumpai di pasar mulai dari merk termurah hingga yang termahal seperti *wimcycle*, *polygon*, *united*, *odessa*, *pacific*, *aviator* dan masih banyak lagi. Akan tetapi belakangan ini marak digiatkannya

produk dengan memanfaatkan *green technology*. Sepeda pun juga mengikuti tren *green technology* tersebut, produk yang dihasilkan berupa sepeda kayu, namun siapa yang pernah berpikir membuat sepeda dari bahan lain? Yaitu berupa rotan. Hal ini mulai terpikirkan oleh penduduk Indonesia dikarenakan Negara Indonesia merupakan negara penghasil serta penyuplai rotan dunia, diperkirakan sebesar 80% bahan baku rotan didunia dihasilkan oleh Indonesia kemudian sisanya dihasilkan negara seperti Philipines, Vietnam dan negara-negara Asia lainnya. Sepeda rotan adalah sepeda yang ramah lingkungan, selain materialnya *relative* murah dan mudah didapat.

Belajar bersepeda merupakan tonggak penting dalam kehidupan anak, jadi penting untuk memungkinkan mereka mempelajari bersepeda sesegera mungkin. Penggunaan *bicycle with training wheels* (BTW) untuk belajar bersepeda adalah pendekatan lama yang dipraktikkan di seluruh dunia. Baru-baru ini, pendekatan baru menggunakan sepeda *Balance Bike* (BB) telah mendapat perhatian yang meningkat, dan beberapa entitas percaya akan hal ini bisa paling efisien. Berdasarkan karya Bronfenbrenner (1995) dan Newel (1986).

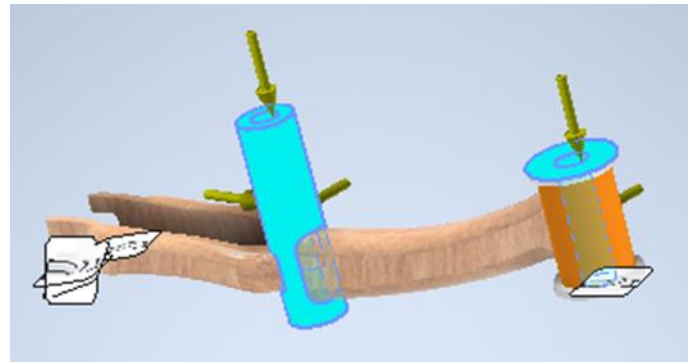
## 2 Metode Penelitian

Dalam perancangan dan pembuatan sepeda *balance bike* dilakukan berdasarkan tahapan sebagai berikut (1) Studi Pustaka dan Lapangan; (2) Kajian Produk Existing; (3) Perancangan Komponen Sepeda; (4) Analisa Kekuatan Material; (5) Variable yang diamati; (6) Pembuatan dan Perakitan; (7) Evaluasi Fungsi Sepeda.



## 3 Hasil dan Pembahasan

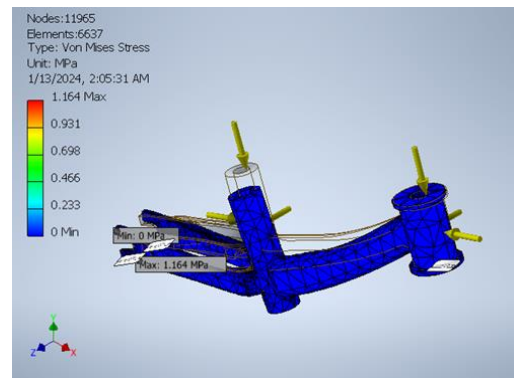
Pengujian *balance bike* dilakukan dengan menggunakan Autodesk Inventor dengan memberikan beban sebesar 15, 20, 30, dan 50 kg pada bagian *seat stay* dan *head tube*.



Gambar 1. Penentuan arah pembebanan

### 3.1 Pembebanan 15 kg

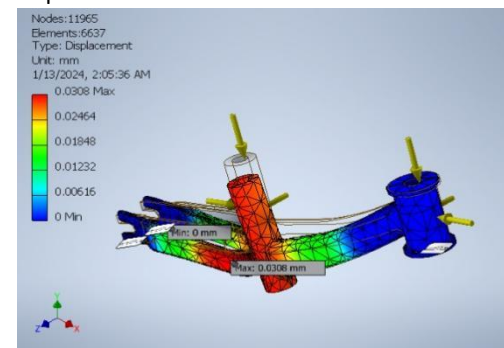
#### a. Von mises stress



Gambar 2. Von mises stress

Pembebanan merata pada rangka mampu menghasilkan tegangan von mises minimum 0 Mpa dan tegangan maksimum 1.164 Mpa.

#### b. Displacement

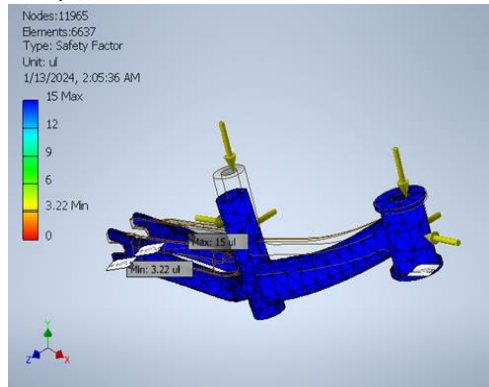


Gambar 3. Displacement

Dengan adanya pembebanan merata menghasilkan displacement minimum pada beban 15 kg adalah 0 mm terjadi pada poros

belakang dan displacement maksimum adalah 0.0308 mm terjadi pada *seat stay*.

c. Safety factor

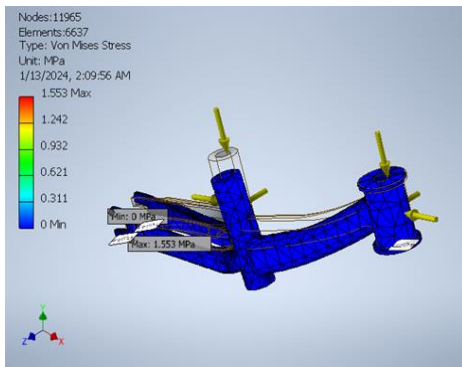


Gambar 4. Safety factor

Hasil dari safety factor pembebanan 15 kg didapatkan nilai dari safety factor maksimum 15 dan minimum 3.22.

3.2 Pembebanan 20 kg

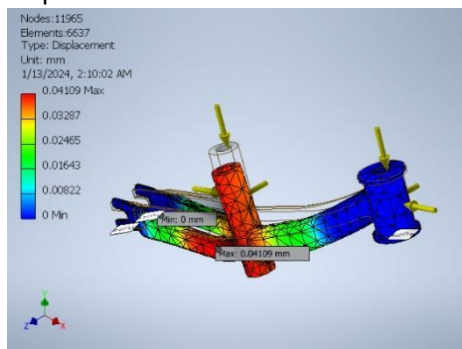
a. Von mises stress



Gambar 5. Von mises stress

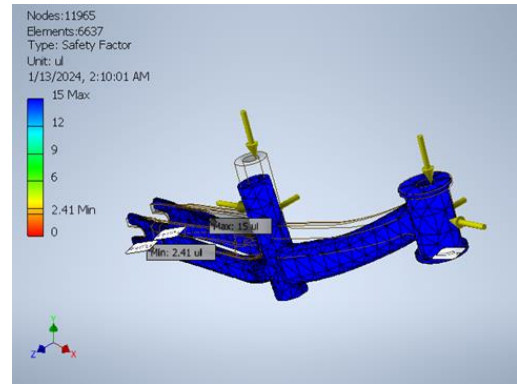
Pada pembebanan 20 kg beban merata pada rangka mampu menghasilkan tegangan von mises stress minimum 0 Mpa dan maksimum pada tegangan von mises stress adalah 1.553 Mpa.

b. Displacement



Gambar 6. Displacement

c. Safety factor

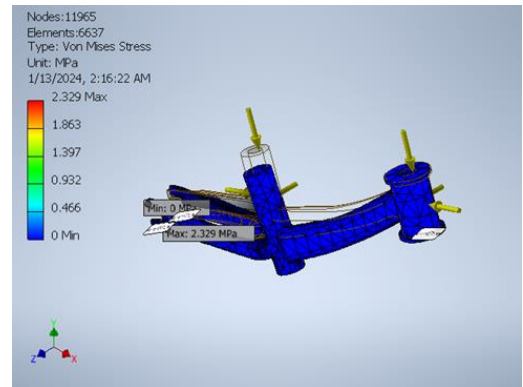


Gambar 7. Safety factor

Hasil dari safety factor pembebanan 20 kg didapatkan nilai dari safety factor maksimum 15 dan minimum 2.41

3.3 Pembebanan 30 kg

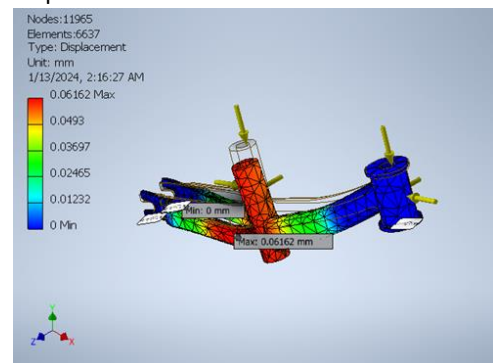
a. Von mises stress



Gambar 8. Safety factor

Pada pembebanan 30 kg beban merata pada rangka mampu menghasilkan tegangan von mises stress minimum 0 Mpa dan maksimum pada tegangan von mises stress adalah 2.329 Mpa.

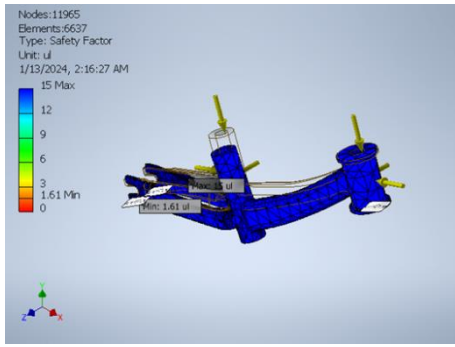
b. Displacement



Gambar 9. Displacement

Dengan adanya pembebanan merata menghasilkan displacement minimum pada beban 30 kg adalah 0 mm terjadi pada poros belakang dan displacement maksimum adalah 0.06162 mm terjadi pada *Seat Stay*.

c. Safety factor

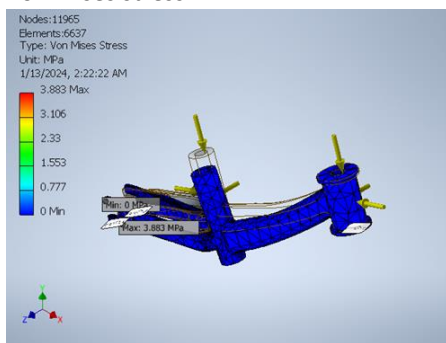


Gambar 10. Safety factor

Hasil dari Safety Factor pembebanan 30 kg didapatkan nilai dari Safety Factor maksimum 15 dan minimum 1.61.

### 3.4 Pembebanan 50 kg

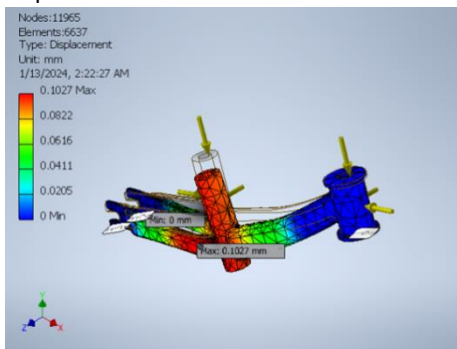
#### a. Von mises stress



Gambar 11. Von mises stress

Pada pembebanan 50 kg beban merata pada rangka mampu menghasilkan tegangan Von Mises Stress minimum 0 Mpa dan maksimum pada tegangan Von Mises Stress adalah 3.883 Mpa.

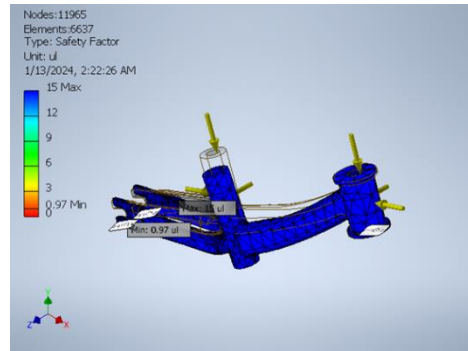
#### b. Displacement



Gambar 12. Displacement

Dengan adanya pembebanan merata menghasilkan Displacement minimum pada beban 50 kg adalah 0 mm terjadi pada poros belakang dan displacement maksimum adalah 0.1027 mm terjadi pada Seat Stay.

#### c. Safety factor



Gambar 13. Safety factor

Hasil dari Safety Factor pembebanan 50 kg didapatkan nilai dari Safety Factor maksimum 15 dan minimum 0.97.

Setelah dilakukan simulasi design rangka *Balance Bike* dengan pembebanan yang divariasikan 15 kg, 20 kg, 30 kg, dan 50 kg dapat dilihat hasil Analisa berupa nilai tegangan minimum dan maksimum *Von Mises Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor*. Dari perbandingan diatas data tersebut akan dimasukkan kedalam tabel 1.

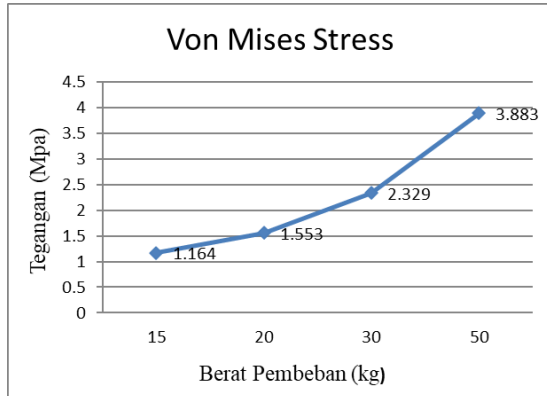
Table 1. Rekapitulasi Data Dan Hasil Simulasi *Balance Bike* Rotan

Berat pembebanan	Hasil Analisa		
15 kg	<i>Von mises stress</i>	<i>Maximum</i>	1.164 Mpa
		<i>Minimum</i>	0 Mpa
	<i>Displacement</i>	<i>Maximum</i>	0.0308 mm
		<i>Minimum</i>	0 mm
	<i>Safety factor</i>	<i>Maximum</i>	15 ul
		<i>Minimum</i>	3.22 ul
20 kg	<i>Von mises stress</i>	<i>Maximum</i>	1.553 Mpa
		<i>Minimum</i>	0 Mpa
	<i>Displacement</i>	<i>Maximum</i>	0.04109 mm
		<i>Minimum</i>	0 mm
	<i>Safety factor</i>	<i>Maximum</i>	15 ul
		<i>Minimum</i>	2.41 ul
30 kg	<i>Von mises stress</i>	<i>Maximum</i>	2.329 Mpa
		<i>Minimum</i>	0 Mpa
	<i>Displacement</i>	<i>Maximum</i>	0.06162 mm
		<i>Minimum</i>	0 mm
	<i>Safety factor</i>	<i>Maximum</i>	15 ul
		<i>Minimum</i>	1.61 ul
50 kg	<i>Von mises stress</i>	<i>Maximum</i>	3.883 Mpa
		<i>Minimum</i>	0 Mpa
	<i>Displacement</i>	<i>Maximum</i>	0.1027 mm
		<i>Minimum</i>	0 mm
	<i>Safety factor</i>	<i>Maximum</i>	15 ul
		<i>Minimum</i>	0.97 ul

### 3.5 Perbandingan data hasil simulasi

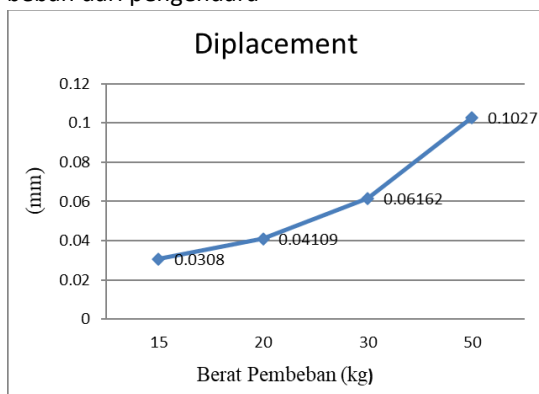
Dari perbandingan data hasil simulasi akan menunjukkan perbandingan dari tegangan Von Mises Stress, *Displacement* dan *Safety Factor*, dimana data

perbandingan diambil dari setiap simulasi dengan pembebanan yang telah divariasikan. Tujuan dari perbandingan data hasil simulasi ini adalah untuk mengetahui design rangka mana yang mengalami tegangan terbesar dari setiap simulasi. Perbandingan data dan hasil simulasi Von Mises Strees akan ditunjukkan

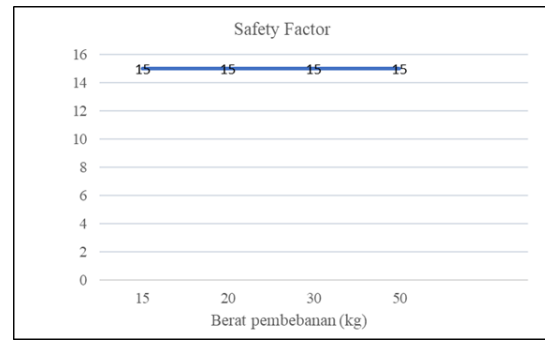


Dari gambar hasil simulasi dapat dilihat perbandingan terlihat antara beban 15 kg yaitu 1.164 Mpa, dan pada pembebanan 50 kg Von Mises Stress nya adalah 3.883 Mpa.

perbandingan displacement hasil simulasi balance bike rotan menunjukkan data perbandingan akibat pembebanan yang bervariasi, displacement defleksi atau perubahan bentuk yang terjadi pada design sepeda akibat pembebanan yang diterima. Displacement paling besar ialah pada beban 50 kg yaitu 0.1027 mm, ini terjadi pada seat stay dikarenakan seat stay adalah yang pertama menerima beban dari pengendara



safety factor pada beban 15, 20, 30, dan 50 kg di tampilkan untuk menunjukkan angka safety factor dari tiap pembebanan. Dimana semakin berat beban yang diberi maka von mises stress dan displacement akan mengalami peningkatan, tetapi berbeda dengan safety factor, dikarenakan pada simulasi safety factor tidak mengalami kenaikan maka balance bike dinyatakan memiliki keamanan yang stabil pada setiap pembebanan



## 4 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan perhitungan rangka balance bike rotan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Von Mises Stress dari pembebanan 15 kg adalah 1.164 Mpa dan pembebanan paling besar yaitu 50 kg adalah 3.883 Mpa.
2. Displacement paling dari pembebanan 15 kg adalah 0.0308 mm dan pada pada beban 50 kg adalah 0.1027 mm.
3. Safety factor pada pembebanan 15 kg, 20 kg, 30 kg, dan 50 kg adalah sebesar 15 dan dinyatakan aman.
4. Desain sepeda yang dirancang akan memberikan kemudahan bagi anak untuk mengendarai sepeda.
5. Untuk syarat keselamatan dan aman digunakan Sebagai persyaratan, sepeda tidak boleh memiliki bagian tajam; titik-titik tajam; hasil proses permesinan yang tak sempurna, atau apapun yang berpotensi melukai pengendara. Syarat ini wajib dipenuhi agar anak tidak terluka saat menggunakan produk ini. Kecuali pada bagian, seperti:
  - a. Sprocket (roda gigi) depan dan belakang.
  - b. Pemindahan gigi di roda depan dan belakang.
  - c. Rem depan dan belakang.
  - d. Penyangga tempat pemasangan lampu/keranjang.
  - e. Reflector.

Selain dari bagian-bagian tersebut di atas, harus dilakukan pemeriksaan secara visual. Apabila terdapat bagian tajam pada sepeda yang mencolok dan berpotensi membahayakan maka dilakukan pengujian bagian tajam pada sepeda.

## Daftar pustaka

- Abdurachman dan Jasni. 2015. *Penggolongan performans 25 jenis rotan Indonesia berdasarkan kerapatan, kekakuan, dan kekuatan*. Bogor.
- Ahmad Yakub, Djoko W. Karmiadji, dan Anwar Ilmar Ramadhan. 2016. *Optimasi desain rangka sepeda berbahan baku komposit berbasis*

- metode anova*. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Arie Kurniawan, Agus Windharto dan Nur Ameliyah Rizkiyah. 2020. *Desain Sepeda Rotan dengan Rekayasa Material Rotan Resin*. Departemen Desain Produk, Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- Bambang Setyono, Mrihrenaningtyas, dan Abdul Hamid. 2016. *perancangan dan analisis kekuatan frame sepeda*.
- Basori, dan Suharwanto. 2015. *Analisis Defleksi Batang Lentur Menggunakan Tumpuan Jepit dan Rol pada Material Alumunium 6063 Profil U dengan Beban Terdistribusi*. Teknik Mesin. Universitas Nasional.
- Brookes K.J.A. 2014, *Pm Additive Manufacturing Steels the Mach Show*, Metal Powder Report, United Kingdom
- Cristiana Mercê, Marco Branco. 2022. *Learning to Cycle: From Training Wheels to Balance Bike*. Centro Interdisciplinar de Estudo da Performance Humana, CIPER, Faculdade do Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, 1499-002 Cruz-Quebrada, Portugal.
- D Dhanna Abdypraya Kencana, Yanuar Herlambang, Martiyadi Nurhidayat. 2019. *Perancangan Tas Backpack Untuk Kebutuhan Pengguna Sepeda Bike to Work Designing Backpack Bags for The Needs Of Bicycle Bike To Work*. Prodi S1 Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom.
- Dendi Andika, dan Syarifudin. 2019. *Perancangan Frame Sepeda Mtb menggunakan Software Autodesk Inventor 2015*. Politeknik Harapan Bersama Tegal.
- Dwyer Forrest, Adrian Shaw, Richard Tombarelli, 2012, *Material and Design Optimization for An Aluminum Bike Frame*, Worcester Polytechnic Institute, United States of America.
- Hariyantomi, dan Dwi Bagus. 2006. *Simulasi Pengujian Standard EN14766 pada Rangka Sepeda Menggunakan Perangkat Lunak Berbasis Metode Elemen Hingga*. Surabaya.
- Herliyana. 2009. *Identifikasi jamur mold dan blue stain pada rotan*. Indonesia.
- Heru Sb Rochardjo, dan Taufik Junaidi. 2017. *Manufaktur rangka sepeda balap dari bahan serat karbon dengan metode wrapped on foam*. Universitas Gadjah Mada.
- Irma Wirantina Kustanrika. 2016. *Analisa Kuat Tarik Batang Rotan Sebagai Pengganti Tulangan Beton*. Sekolah Tinggi Teknik-PLN.
- Jasni dan Han Roliadi. 2010. *Daya Tahan 25 Jenis Rotan Terhadap Rayap Tanah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor.
- Juinto Siada Putra, Risal Alfin Inrinto, Monika. D.M. Palinggi, Rais Rachman. 2019. *Pengaruh Penggunaan Serat Rotan Terhadap Stabilitas Dan Durabilitas Untuk Bahan Tambah Campuran Lataston*. Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia
- Lusi Susanti, dan Yogi Hendra Agustion. 2015. *Perancangan Konfigurasi Tinggi Setang, Sadel, Dan Pedal Sepeda Yang Ergonomis*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.
- Marcellino Aditya Mahendra. 2019. *Innovative Wooden Tube Structure for Kids Balance*. Universitas Kristen Duta Wacana. Yogyakarta.
- Marcellino Aditya Mahendra, dan Rini Dharmastiti. 2020. *Pengembangan Desain Sepeda Anak Usia 7-12 Tahun Menggunakan Metode Rapid Ethnography Dan Scamper*. Universitas Kristen Duta Wacana. Yogyakarta.
- Mochamad Sulaiman, dan Muhammad Hudan Rahmat. 2018. *Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif*. Universitas Islam Raden Rahmat Malang. Indonesia.
- Rachman. 1996. *Peranan Sifat Anatomi, Kimia dan Fisik terhadap Mutu Rekayasa Rotan*. (Disertasi). Bogor:
- Retraubun. 2013. *Hilirisasi industri rotan menjadi komitmen utama Kementerian Perindustrian*. Indonesia.
- Reza Adrianto, Arie Desrianty, dan Fifi Herni M. 2014. *Usulan Rancangan Tas Sepeda Trial Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (EFD)*. Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional (Itenas), Bandung.
- Rohmah Pari, Abdurachman, Jasni dan Titi Kamila. 2018. *Klasifikasi Mutu 11 Jenis Rotan Indonesia Berdasarkan Kerapatan Dan Keteguhan Lentur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Rotinsulu, J.M., Suprayogo, D., Guritno, B.. 2013. *The potential of rubber agroforestry for rattan (Calamus sp.) cultivation in Katingan Regency: Diversity of climbing trees for rattan*.
- Rozi Saferi, dan Asmara Yanto. 2021. *Evaluasi Desain Produk Skuter 2 Pedal dengan Metode Quality Function Deployment*. Institut Teknologi Padang. Padang.
- Schreer. 2016. *Learning knowledge about rattan (Calamoideae, Arecaceae) and its uses amongst Ngaju Dayak in Indonesian Borneo*. Kalimantan.
- Schroeder M. 2006, *Functional Advanced Composite Technology Carbon*, Specialized Bicycle Components.
- Sirait. 2010. *Material Komposit*. Erlangga. Jakarta

- Suarsana. 2017. *Diktat Fracture Mechanic (Analisa Kegagalan)*. Teknik Mesin, Universitas Udayana, Denpasar.
- Sunoto. 2016. *Implementasi konsep exposing the locality pada redesain interior showroom furniture "Istana Rotan" di Semarang*. Indonesia.
- Wiyancoko, dan Dudy. 2010 *Desain sepeda indonesia*. Jakarta Mc Farland, Ryan. 2008. *Learn to ride*.