

Analisis Kekuatan dan Desain *Frame Mini Bike 20 Inch* menggunakan Pendekatan *Finite Elemen Method (FEM)*

Fariz Luthfi Nurulhadi¹, Rizal Hanifi², Oleh³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang. Jl. H.S. Ronggowaluyo, Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, 41361.
Email: Farizluthfinh729@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 9 Mei 2022

Direvisi: 21 Mei 2022

Dipublikasikan: Mei 2022

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.6589569

Abstract:

The bicycle is a means of transportation that has two wheels and originated in France since the early 18th. One type of bicycle that is currently popular is a mini bike. Mini bike users mostly come from teenagers to adults, especially men who use mini bike to take part in mini trek events or straight-line races. This is because the mini bike is very easy to modify its speed performance. In addition, the mini bike has a variety of frame materials ranging from hi-teen steel, chromoly, alloy, carbon fiber, and titanium. The result of this study are an analysis of the loading of the equilibrium moment on the Mini Bike Frame, the coordination point of the center of gravity on the Mini Bike, has an axis value of $X_o = 736,36\text{mm}$ and $Y_o = 455,06\text{mm}$ of Gravity, against (x -coordinate axis on the ground) equals the safer. The biggest moment that occurs due to the rider's load and the reaction stress of the Ray and Rby axes is $922.835,02\text{N.mm}^2$, the safety factor value on the 20 Inch Mini Bike frame is still said to be safe, with the safety result in the solidworks simulation of 1,974.

Keywords: *Mini Bike, Solidwork, Safety Factor, FEM.*

PENDAHULUAN

Sepeda adalah alat transportasi yang umumnya beroda dua yang di perkirakan berasal dari Prancis sejak awal abad ke-18 dengan konstruksinya yang belum mengenal besi dan modelnya pun masih sangat primitif. Seiring dengan perkembangan zaman, sepeda saat ini telah

mengalami berbagai pembaharuan dan inovasi mulai dari desain maupun material yang digunakan.

Sepeda telah digunakan hampir di setiap negara, selain dapat meminimalisir tingkat polusi udara, sepeda juga dapat menyehatkan para penggunanya. Bahkan di negara Jepang sepeda banyak digunakan

untuk beraktivitas sehari-hari. Kini sepeda memiliki beragam nama dan model yang dikelompokkan berdasarkan fungsi dan ukurannya, di antaranya yaitu sepeda onthel, sepeda gunung, sepeda jalan raya, sepeda BMX, sepeda kota, sepeda *lowrider*, *mini bike*, sepeda balap, sepeda lipat, sepeda listrik, sepeda *fixie*, hingga sepeda motor.

Salah satu jenis sepeda yang sedang tren atau populer belakangan ini adalah sepeda mini (*mini bike*). Sejak tahun 1980an *mini bike* mulai eksis di Indonesia, terutama di perkotaan pulau Jawa. Sepeda ini memberikan kenangan tersendiri bagi anak-anak yang tumbuh di era 90-an. Kebanyakan *mini bike* yang beredar di Indonesia berasal dari Jepang, Eropa, dan China. Mulai dari merek Deki, Marubeni, Sakura, Katakura, Shanghai, Phoenix, Jemboli, hingga brand Peugeot dan Releigh. Yang paling banyak beredar tentunya sepeda dari daratan China yang dirakit di Indonesia, hal tersebut dikarenakan harganya yang terbilang lebih terjangkau.

Mini bike identik dengan desain dan aksesorisnya seperti frame tunggal ukuran 20 inch, posisi sadel yang tidak terlalu tinggi dan lengkap dengan pegas pernya, hingga keranjang depan. Hal ini menjadikan *mini bike* banyak disukai oleh anak-anak, remaja, khususnya kaum wanita, sehingga muncul label *mini bike* sebagai sepeda wanita. Namun, beberapa tahun terakhir *mini bike* ini justru semakin terlepas dari label tersebut, dikarenakan banyaknya kalangan remaja hingga dewasa, khususnya kaum laki-laki yang menggunakan *mini bike* untuk mengikuti ajang minitrek atau perlombaan jalur lurus.

Hal tersebut dikarenakan *mini bike* sangat mudah untuk dimodifikasi performa kecepatannya. Selain itu, *mini bike* memiliki berbagai macam bahan rangka mulai dari *hi-teen steel*, *chromoly*, *alloy*, *carbon fiber*, dan *titanium*. Berdasarkan penjelasan analisa di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait dengan desain dan analisis kekuatan *frame mini*

bike 20 inch dengan menggunakan *mini bike* yang dirancang oleh peneliti menggunakan *software solidwork*.

KAJIAN TEORI

Sepeda

Sepeda adalah kendaraan beroda dua atau tiga, mempunyai setang, tempat duduk, dan sepasang pengayuh yang digerakan kaki untuk menjalankannya. Sepeda merupakan salah satu alat transportasi yang paling penting di dunia, karena selain ramah lingkungan, sepeda juga menjadi tonggak munculnya kendaraan-kendaraan lainnya.

Awal penggunaan sepeda di Indonesia adalah pada masa kolonial Belanda. Orang Belanda membawa sepeda buatan Eropa sebagai alat transportasi pada masa pendudukan mereka di Indonesia. Pada 1980-an, popularitas sepeda di Indonesia mulai mendominasi oleh sepeda modern, seperti sepeda gunung (Mountain Bike), sepeda perkotaan (Commuting Bike), sepeda anak dan belakangan sepeda lipat (Folding Bike).

Menurut Wiyancoko (2010), secara umum sepeda dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu: *Commuting Bike*, *Folding Bike*, *Fixie Bike*, *Road Bike*, *Mountain Bike*, *Mini Bike*. Di antara beberapa jenis sepeda tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pada *mini bike*.

Mini Bike

Mini bike adalah sepeda mini onthel yang berbentuk mungil atau kecil yang berukuran 20, untuk dikatakan seperti *mini bike* atau mini onthel sendiri hanya bisa dikatakan dengan ukuran 20 kebawah dan untuk ukuran diatas 20 maka tidak memiliki unsur *mini bike* atau mini onthel. Sepeda mini onthel sudah ada sejak tahun 50an – 70an kemudian sepeda tersebut terasingkan atau punah, kemudian di era tahun 90an. Sepeda mini othel mulai meningkat lagi sampai tahun sekarang yaitu tahun 2021, di tahun 2021 ini justru peminat dari sepeda mini othel sendiri benar-benar sangat banyak dan peminatnya sendiri sangat

bermacam-macam, mulai dari usia remaja hingga dewasa.

Konsep Statistika Benda Tegar Tegangan

Secara umum tegangan di bagi menjadi 2 di antaranya tegangan normal dan Tegangan Geser (gaya lintang). Tegangan yang terjadi pada material, akibat adanya beban yang terjadi pada suatu elemen batang. Dari pengelompokan 2 tegangan tersebut bisa di jelaskan bahwasannya, tegangan normal disebabkan karena Gaya Aksial (tarik menarik) dan Momen lentur. Sedangkan Tegangan geser akibat adanya Gaya Geser (gaya lintang) dan Momen Puntir.

Momen Gaya

Sebagaimana yang dikatakan Ferdinand dan Russell bahwa Kecenderungan sebuah gaya untuk memutar sebuah benda tegar di sekitar sebuah sumbu di ukur oleh momen gaya terhadap sumbu itu. Momen M_A dari suatu gaya F terhadap suatu sumbu melalui A , atau dengan singkat, momen F terhadap A didefinisikan sebagai perkalian besar gaya F dengan jarak tegak lurus d dari A ke garis aksi F . Bisa kita wujudkan dalam persamaan di bawah ini :

$$M_A = F \cdot d$$

Dimana :

M_A = Momen terhadap A

F = Gaya yang bekerja

d = Jarak dari garis aksi F terhadap M_A

1.1.1 Kesetimbangan Benda Tegar

Sebuah benda tegar dalam keseimbangan jika gaya luar yang beraksi padanya membentuk sistem gaya ekuivalen dengan nol sehingga sistem tersebut tidak mempunyai resultan gaya dan resultan kopel. Sehingga syarat untuk kesetimbangan suatu benda tegar dapat dinyatakan secara analitis dengan persamaan dibawah ini :

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum MA = 0$$

Perlu diketahui bahwa sumbu koordinat dan kedudukan titik A dapat

dipilih sembarang, dengan persamaan di atas, menunjukan bahwa gaya luar yang beraksi pada benda tegar, tidak menyebabkan gerak translasi, dan tidak menyebabkan rotasi pada titik manapun. Maka $\sum F = 0$ berarti benda terus diam atau benda bergerak lurus beraturan.

Center of Gravity

Pusat berat adalah suatu titik tempat berpusatnya massa atau berat dari benda tersebut Untuk mengenal lebih jauh, pusat benda berhubungan dengan titik kerja dari resultan W (massa *gravitasi* sebesar $9,8 \text{ m/s}^2$). Dan cara menghitung titik berat benda terbagi sesuai dimensi diantaranya homogen 1 Dimensi, 2 Dimensi dan 3 Dimensi yang berukuran, berbentuk, dan ber massa m sembarang. Persamaan bisa bisa dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini :

Tabel 1. Klasifikasi Persamaan Titik Berat 1D & 2D

| Gambar (Figure) | Benda tegar (Rigid body) | Titik berat (center of mass) |
|-----------------|--|--|
| | Garis lurus A straight line | $x_c = 1/2 \cdot L$ |
| | Plat persegi A rectangle plate | $x_c = 1/2 \cdot L$ $y_c = 1/2 \cdot t$ |
| | Plat segitiga A triangle plate | $y_c = 1/3 \cdot t$ |
| | Basis setengah lingkaran A half-circle arc | $y_c = 2R/\pi$ |
| | Basis lingkaran A Circular arc | $y_c = (2R \sin \theta) / \theta$ (dari AB) : 0 $y_c = (2R \cos \theta) / \theta$ (dari titik AB) : R |
| | Plat setengah lingkaran A Half-circle plate | $y_c = 4R/3\pi$ |

Dari persamaan - persamaan di atas, merupakan rumus yang akan berguna pada pencarian nilai CoG (*Center of Gravity*) pada setiap part batang yang diteliti.

Akan tetapi dalam penelitian ini, menggunakan persamaan Homogen 2D, Yaitu sebagai berikut :

$$X_0 = \frac{\sum L1 \cdot x1}{\sum L1} = \frac{L1 \cdot x1 + L2 \cdot x2 + L3 \cdot x3 + \dots}{L1 + L2 + L3 + \dots}$$

setiap $x_i = x_i/2 + (\text{Panjang koordinat ke pusat } 0)$

$$Y_0 = \frac{\sum L1 \cdot y1}{\sum L1} = \frac{L1 \cdot y1 + L2 \cdot y2 + L3 \cdot y3 + \dots}{L1 + L2 + L3 + \dots}$$

setiap $y_i = y_i/2 + (\text{Panjang koordinat ke pusat } 0)$

Dimana keterangan setiap fungsi adalah :

- Li = panjang garis
- x_i = absis titik berat sepanjang x
- y_i = kordinar titik berat sepanjang y
- x_1 = absis titik berat benda 1
- x_2 = absis titik berat benda 2
- x_3 = absis titik berat benda 3
- y_1 = kordinat titik berat benda 1
- y_2 = kordinat titik berat benda 2
- y_3 = kordinat titik berat benda 3

Safety Factor

Untuk kondisi elemen mesin yang aman, nilai kekuatan material harus lebih besar dari tegangan yang terjadi, dengan maksud nilai keamanan harus lebih dari 1. Akan tetapi jikalau didapatkan nilai keamanan sama dengan 1, maka artinya tegangan yang terjadi mendekati kekuatan material. Untuk meringkas gagasan di atas, dapat di rumuskan sebagai berikut :



Gambar 1. Rumus sederhana *Safety Factor*

Material Rangka Logam *Chromoly* AISI 4130

Baja AISI 4130, juga dikenal sebagai baja *Chromoly* 4130, adalah baja paduan rendah seri krom-molibdenum dengan kekuatan, ketangguhan, dan kemampuan mengeras yang tinggi, biasanya digunakan dalam kondisi dipadatkan dan ditempa. Baja paduan AISI 4130 dapat dibuat menjadi pelat baja, lembaran baja, batang baja bulat dan datar, pipa dan tabung baja, dll. Dan memiliki banyak kegunaan dalam bejana tekan, pompa dan katup, pinion, roda gigi poros, kancing bola, sekrup, baja profil tujuan umum, suku cadang otomotif, industry minyak dan gas, dirgantara, dan rangka sepeda, dll.



Gambar 2. Baja AISI 4130

Berikut dibawah ini merupakan tabel 2. dan 2. propertis Baja paduan AISI 4130 *Chromoly* menjelaskan unsur – unsur tertentu, yang mempunyai sifat keunikannya masing – masing :

Table 2. komposisi kimia material Baja paduan AISI 4130 *Chromoly*

| AISI 4130 Chemical Composition (%) | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-----------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| Steel Grade (UNS) | C | Si | Mn | P_s | S_s | Cr | Mo |
| 4130 (G41300) | 0.28- | 0.15- | 0.40-0.60 | 0.035 | 0.040 | 0.80-1.10 | 0.15-0.25 |
| | 0.33 | 0.35 | | | | | |

Table 3. Material propertis Baja paduan AISI 4130 *Chromoly*

| Steel (UNS) | Tensile strength (Mpa) | Yield strength (Mpa) | Elongation in 50 mm, % | Reduction in area, % | Hardness (HRC) | Sample diameter | Conditions |
|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------|-----------------|---|
| AISI 4130 (G41300) | 670 | 435 | 25.5 | 59.5 | 19.7 | 25mm (1 inch) | Normalized at 870 °C (1600 °F) |
| | 560 | 460 | 21.5 | 59.5 | 21.7 | | Annealed at 865 °C (1585 °F) |
| | 1060 | 979 | 18.1 | 63.0 | 30.2 | | Water quenched from 855 °C (1575 °F) & tempered at 540 °C (1000 °F) |

Solidworks

Solidworks adalah *software* yang digunakan untuk melakukan desain 2D, permodelan 3D dan simulasi model. Metode perancangan model pada 30 *software* ini adalah pembuatan sketsa gambar dengan ukuran dimensi dan relasi antar bagian yang di sketsa, permodelan 3D dengan fitur yang sesuai seperti *extrude*,

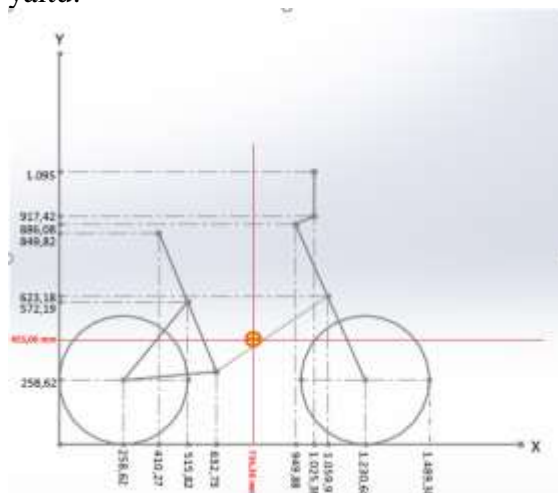
fillet, dan *assembly* yaitu penggabungan beberapa *part* model.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Elemen Hingga. Metode Elemen Hingga adalah suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan engineering dengan cara membagi obyek analisa menjadi bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan daerah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menghitung reaksi Ray & Rby, menggunakan persamaan kesetimbangan benda tegar, sehingga didapatkan hasil $R_{ay} = 1.138\text{N}$ dan $R_{by} = 332\text{N}$. Setiap perhitungan CG (Center of Gravity) yang dikerjakan, dibagi menjadi beberapa part pada komponen garis koordinasi sepeda, diperoleh hasil perhitungan CG garis yaitu $L_1 = 375,65\text{mm}$, $L_2 = 405,55\text{mm}$, $L_3 = 603,14\text{mm}$, $L_4 = 540\text{mm}$, $L_5 = 587,42\text{mm}$, $L_6 = 81,75\text{mm}$, $L_7 = 177,58\text{mm}$, $L_8 = 517,24\text{mm}$, $L_9 = 517,24\text{mm}$ kemudian diperoleh nilai titik pusat sumbu (X_o) = 736,36mm dan sumbu (Y_o) = 455,06mm. Berdasarkan nilai titik pusat sumbu (X_o) dan (Y_o), maka titik Central Of Gravity di dapat dengan garis pertemuan kedua acuan sumbu tersebut yaitu:



Gambar 3. Hasil *Center of Gravity*

Selanjutnya diperoleh nilai momen beban sebesar $922.835,02 \text{ N.mm}^2$ dan momen tumpuan sebesar $164.114,24 \text{ N.mm}^2$. Sehingga dapat dikatakan bahwa keadaan sepeda masih aman dari terangkatnya roda belakang, karena nilai momen beban masih besar dari pada momen tumpuan. Nilai safety factor yang diperoleh sebesar 1.974, jika nilai dari $SF > 1$ maka dapat dikatakan bahwa bahan tersebut aman

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data, maka kesimpulan yang didapat adalah:

1. Telah dilakukan analisis pembebanan Momen kesetimbangan pada *Frame Mini Bike 20 Inch*
2. Titik koordinasi *center of gravity* pada *Mini Bike 20 Inch*, mempunyai nilai sumbu $X_o = 736,36 \text{ mm}$ dan $Y_o = 455,06 \text{ mm}$
3. Momen terbesar yang terjadi akibat beban pengendara, dan tegangan reaksi sumbu Ray dan Rby sebesar $922.835,02 \text{ N.mm}^2$
4. Nilai *Safety Factor* pada *frame Mini Bike 20 Inch*, masih dikatakan aman, dengan hasil keamana pada simulasi solid work sebesar 1,974

DAFTAR PUSTAKA

- Kurnia, R. (2015). *Mountain Bikes Serba-serbi Sepeda Gunung*. Bandung: Satu Nusa.
- Wiyancoko, D. (2010). *Desain Sepeda Indonesia*. Jakarta: Gramedia.
- Fathan, A. (2019). *Desain Urban Folding Bike 2020 dengan Konsep Dinamis Efektif dan Compact*. Surabaya: ITS.
- Hendra, M, Senja, A. (2021). Sistem Informasi Penjualan Spare part dan Custom Rangka Sepeda Mini Berbasis Web (Studi Kasus Toko Minion Surabaya) *Jurnal Procedia of Engineering and Life Science Vol. 1*. Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

- Sonawan Hery. (2019). Perancangan Elemen Mesin. Bandung: ALFABETA.
- F. P. Beer, E. R. Johnston. (1996). Mekanika Untuk Insinyur STATIKA. Jakarta: Erlangga.
- S. M. Nurhidayah. (2019). Dinamika Rotasi dan Keseimbangan Benda Tegar. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- J. E. Shigley & L. D. Mitchell. (1984). Perencanaan Teknik Mesin. Jakarta: Erlangga.