

Analisis Dan Pembuatan *Chassis* Tipe *Ladder Frame* Mobil Kmhe *Urban Concept* Menggunakan Metode Simulasi Dan Pahl And Beitz

Rizky Anggara Syinta^{a,*}, Aprizal^b, Heri Suropto^c, Yose Rizal^d, Ahmad Fathoni^d

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pasir Pengaraian, Jl. Tuanku Tambusai, Rambah, Pasir Pengairan, Kabupaten Rokan Hulu, Riau 28558

INFO ARTIKEL

Histori artikel:
Tersedia Online Oktober 2021

ABSTRAK

Pembuatan mobil hemat energi kategori *urban concept* dengan tipe *chassis ladder frame* merupakan dasar penelitian dengan tahapan awal pembuatan *chassis* yang berfungsi sebagai landasan untuk menopang bodi kendaraan, mesin, sistem kemudi, suspensi dan komponen lainnya. Perancangan ini mendesain *chassis* yang ringan sesuai dengan regulasi KMHE. *Chassis* yang ringan mempengaruhi kerja mesin, sehingga dapat menghemat energi. Metode yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan penelitian ini adalah metode pahl and beitz. Perancangan merupakan tahapan pertama untuk melakukan suatu pengerjaan, pembuatan diawali dengan pengumpulan data, gambar, kemudian untuk mengetahui tegangan pada *chassis* di simulasikan menggunakan *Autodesk Inventor*. Hasil dari penelitian ini pada saat pengujian eksperimental menghasilkan panjang *chassis* 23.890 mm, berat *chassis* 343,35 N dan pada saat menghitung defleksi pada *chassis* menghasilkan nilai 0,73 mm. Pengujian teoritis menghitung *chassis* menghasilkan total berat 384,75 N dan pengujian simulasi menghasilkan nilai maksimal *Displacement* 0,6675 mm, *Von Mises Stress* 213,2 MPa, dan nilai minimal *Safety Factor* 1,29.

Kata kunci: *Chassis* KMHE, *Autodesk Inventor*, Metode Pahl and Beitz dan Simulasi.

E – MAIL

Rizkyangara179@gmail.com
ijalupp@gmail.com
heri.suroptodotone@gmail.com

ABSTRACT

The manufacture of energy-efficient cars in the urban concept category with the ladder frame chassis type is the basis of research with the initial stages of making a chassis that serves as the basis for supporting the vehicle body, engine, steering system, suspension and other components. This design designed a lightweight chassis in accordance with KMHE regulations. The lightweight chassis affects the work of the engine, so it can save energy. The method used in the design and manufacture of this research is the Pahl and Beitz method. Design is the first stage to carry out a work. Manufacturing begins with collecting data, drawings, then to find out the stress on the chassis is simulated using Autodesk Inventor. The results of this study during experimental testing resulted in a chassis length of 23,890 mm, a chassis weight of 343,35 N and when calculating the deflection on the chassis it yielded a value of 0.73 mm. The theoretical test calculates the chassis resulting in a total weight of 384,75 N and the simulation test produces a maximum value of 0.6675 mm Displacement, 213,2 MPa Von Mises Stress, and a minimum Safety Factor value of 1.29.

Kata kunci: *KMHE Chassis*, *Autodesk Inventor*, *Pahl and Beitz Method* and *Simulation*.

I. PENDAHULUAN

Kendaraan mobil merupakan alat transportasi darat di zaman *modern* yang umum digunakan oleh manusia, mobil digerakan oleh bantuan dari mesin berbahan bakar minyak (bensin atau solar) kemudian tenaga dari mesin akan disalurkan keroda. Dengan kemajuan zaman dan berkembangnya teknologi otomotif, membuat kehidupan dunia otomotif

semakin berkembang sangat bervariasi yaitu kendaraan dengan varian bodi yang aerodinamis, memiliki banyak asesoris dan kelengkapan, dan kadang kendaraan sengaja didesain yang memiliki ciri khas dari pabrik pembuatnya. Sampai saat ini perkembangan zaman membuat perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mencakup segala bidang dan membawa dampak baik yang sangat menguntungkan, sampai kemudian besi baja bergeser

menggunakan plat *eyser*, berkembang menggunakan aluminium [1].

Mobil hemat energi kini diperlombakan baik skala nasional maupun internasional yang biasa kita dengar KMHE (Kontes Mobil Hemat Energi). Di Indonesia sendiri *event* KMHE diselenggarakan oleh DIKTI tiap tahunnya memperlombakan mobil hemat energi kreasi-kreasi mahasiswa dari berbagai lembaga pendidikan tinggi yang ada di Indonesia [2].

Aplikasi yang akan digunakan berupa *Autodesk Inventor* sebagai aplikasi untuk mendesain bentuk *chassis* dan menganalisa kekuatan *chassis* terhadap beban yang diberikan [1]. Berdasarkan pertimbangan beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi penulisan skripsi ini penulis menyimpulkan untuk mengambil judul skripsi dengan judul Analisis Dan Pembuatan *Chassis* Tipe *Ladder Frame* Mobil KMHE *Urban Concept* Menggunakan Metode Simulasi Dan Pahl *And Beitz*. Metode *Pahl And Beitz* ini juga digunakan oleh peneliti terdahulu [3]

Perancangan dan analisis statik *chassis* kendaraan *shell eco marathon tipe urban concept* analisis dengan menggunakan *Software Autodesk Inventor* memperoleh tegangan maksimum pada main stem 19,4 MPa dan defleksi pada main batang batang 3,54 mm. Hasil dari faktor keamanan minimum menggunakan *Software Autodesk Inventor 10.5* [4]. Selanjutnya perancangan desain *chassis* kendaraan mobil hemat energi “*haizum*” dengan bahan material menggunakan besi *hollow* berdimensi 40 mm x 40 mm x 1.4 mm. sedangkan desing konstruksi rangka dibuat dengan bantuan *Software Solidwork 2014* yang kemudian dilakukan *study analysis* dengan memberikan beban *external load* sebesar 110 kg yang didapat dari hasil hitung rata-rata dari variasi beban 80 kg, 100 kg, 150 kg. Hasil dari *study analysis* yang dilakukan dapat diketahui tegangan maksimum dari hasil perancangan sebesar 7.825 Mpa dan *displacement* maksimum yang terjadi sebesar 1.08 mm. Sedangkan hasil perhitungan dari analisa teori didapat tegangan maksimum sebesar 8.483, dan *defleksi* yang terjadi sebesar 2.9 [1]. Selanjutnya perancangan *chassis* mobil listrik untuk 4 penumpang menggunakan *software 3d siemens nx8* hasil pengujian rangka *chassis* mobil listrik bisa dilihat nilai angka *safety faktor* untuk pengujian beban terpusat memiliki nilai angka keamanan 4.24. sedangkan hasil pengujian bagian depan kanan 6.29 dan kiri 6.29 dan hasil pengujian dari bagian belakang kiri 5.51 dan kanan 5.54, sedangkan untuk pemberian material pada perancangan rangka *chassis*

mobil listrik menggunakan material AISI 310 SS pipa *tube* yang berdiameter luar 38 dan diameter dalam 28 [5]. Selanjutnya studi eksperimen rancang bangun rangka jenis *ladder frame* pada kendaraan sport mampu menahan beban 1706,94 N sesuai dengan perhitungan. Disini bahan yang digunakan menggunakan pipa kotak (Baja Campuran ST 37 / AISI 1045) dengan spesifikasi lebar 40 mm, tinggi 60 mm, dan tebal 1 mm [6]. Selanjutnya penelitian ini dilakukan oleh [7] tentang desain dan analisis kekuatan pada rangka kendaraan jenis *prototype* sesuai standar *shell eco marathon* asia, tahanan pada rangka yaitu dibagian roda depan dan roda belakang. Hasil menunjukkan bahwa rangka 50 x 30 mm tebal 2 mm adalah rangka yang paling kuat dilihat dari nilai *Safety factor* 1,78 memiliki berat 6,6 kg.

II. MATERIAL DAN METODE

2.1 Chassis

Chassis adalah rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin serta penumpang. *Chassis* yang baik harus mampu menjaga agar mobil tetap *rigid*, kaku dan tidak mengalami *bending*, biasanya *chassis* terbuat dari kerangka baja yang memegang bodi dan *engine* dari sebuah kendaraan [8]. *Chassis* yang digunakan adalah *chassis* tipe *ladder frame*.



Gambar 1. *Chassis Ladder Frame*

2.2 Autodesk Inventor 2020

Autodesk Inventor Professional adalah salah satu perangkat lunak (*software*) jenis *Computer Aided Drawing* (CAD) yang lebih menekankan pada pemodelan solid. Perangkat lunak ini adalah salah satu produk dari *Autodesk Inc.* USA yang terlebih dahulu *familier* dengan produk *AutoCAD* [9].



Gambar 2. *Autodesk Inventor 2020*

2.3 Besi Hollow

Besi *hollow* ini juga biasa disebut sebagai pipa kotak, karena memiliki bentuk segi empat berongga. Saat ini dibidang kontuksi, nama asal dari besi tipe

ini yakni besi HSS (*Hollow Structural Section*). Besi *hollow* ini umumnya dibuat dari bahan dasar besi galvanis, stainless, dan besi baja, besi *hollow* ini berbentuk persegi [10].



Gambar 3. Besi Hollow

2.4 Besi Pipa Hitam

Besi pipa hitam atau pipa baja hitam merupakan produk fabrikasi berbahan dasar biji besi (besi mentah) dari tambang. Mineral besi juga akan mengental oleh proses peleburan yang akan melewati proses ekstraksi untuk pembersihan, pengurangan kandungan karbon, juga penghilang unsur-unsur yang tidak diinginkan. Hasilnya kemudian akan melalui proses pengecoran (*casting*) untuk dicetak menjadi pipa [11].



Gambar 4. Besi Pipa Hitam

2.5 Besi Plat Strip

Plat besi memiliki makna besi yang berbentuk lembaran dan memiliki permukaan rata serta merupakan salah satu bahan baku dalam dunia konstruksi maupun fabrikasi. Plat memiliki beragam ukuran, namun plat bukan berbahan kayu melainkan besi atau baja. Nama lain dari plat besi ini adalah plat hitam *eser* [11].



Gambar 5. Besi Plat Strip

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Chassis KMHE menurut Phal and Beitz

1. Fase Perumusan Tugas

Untuk menghitung kebutuhan *chassis* ini harus mengetahui beban-beban yang akan ditopang *chassis*, baik dari komponen mesin, komponen pendukung maupun beban pengemudi. Umumnya perancangan ini dilakukan dengan mengikuti regulasi KMHE 2020 yang sudah ditetapkan agar kendaraan bukan hanya mampu menopang beban, tapi dapat mengikuti ajang perlombaan KMHE. Perancangan *chassis* ini

dirancang mampu menahan beban sekitar 170 kg, meliputi berat dari mesin 22 kg dan pengemudi 70 kg. Desain *chassis* yang dirancang terdiri dari beberapa bagian yaitu:

- Chassis* dalam KMHE terbagi mejadi 2 tipe, yang pertama *prototype* kendaraan yang menggunakan roda 3 berbentuk dominan kecil dan panjang dan yang kedua *urban concept* memiliki 4 roda pada kendaraan dan pastinya jauh lebih besar dari *prototype*, perancangan ini menggunakan tipe yang kedua yang dominan lebih besar.
- Kedudukan pengemudi dirancang sesuai fungsi yang mampu melihat pandangan dari depan, samping, dan belakang.
- Kedudukan mesin dirancang sesuai mesin yang ada, diposisikan dibelakang pengemudi agar tidak mengganggu kenyamanan pengemudi, baik dari pengelihatan dan panas mesin, selain itu mampu bekerja optimal sesuai sistem transmisi yang menggunakan rantai sebagai penghubung arus dari mesin keporos roda belakang.
- Kedudukan *lower arm* dirancang 16 titik, yang digunakan untuk menyambungkan *lower arm* ke *chassis*.
- Roll bar* dirancang diposisi tengah *chassis* yang posisinya keatas yang nantinya mampu menompang beban dari bodi kendaraan.

2. Fase Fungsional

Pada fase ini adalah fase menentukan konsep produk yang dirancang, produk akan digambar dan diskets menggunakan *Software Autodesk Inventor 2020*.

3. Fase Bentuk Desain

Pada tahap ini bentuk desain disesuaikan dengan regulasi KMHE dan pemilihan material, yang diawali dari:

- Perancangan *chassis* memiliki dimensi panjang, lebar dan tinggi, sesuai regulasi KMHE 2020 panjang kendaraan 220 cm – 350 cm, lebarnya 120 cm-130 cm, tinggi 100 cm – 130 cm. Sesuai hasil regulasi perancangan, panjang kendaraan 265 cm , lebar kendaraan 120 cm, tinggi kendaraan 110 cm.
- Pembuatan *chassis* sebagai penopang mesin, komponen lainnya dan pengemudi diawali dengan pemotongan besi mengguakan gerinda, pengeboran menggunakan bor, dan penyambungan besi menggunakan las.
- Kemudian dilakukan pengecatan *chassis* menggunakan *spray gun* yang tekanan udaranya

dihasilkan dari kompresor.

- d. Kemudian dilakukan pemasangan komponen-komponen seperti mesin, suspensi, sistem kemudi dan komponen pendukung lainnya pada *chassis*.

Berdasarkan tabel 2. matriks morfologi bahan, varian yang dipilih adalah sebagai berikut:

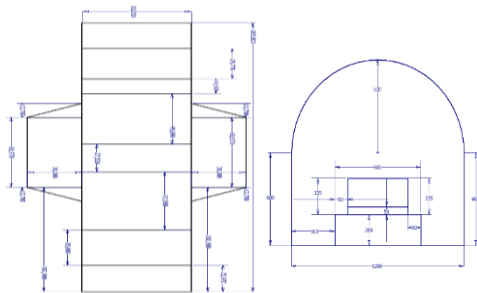
- a. Bahan *chassis* utama menggunakan varian 1, ringan dan tidak mudah patah
- b. Bahan *lower arm* menggunakan varian 2, kuat dan mudah disesuaikan
- c. Dudukan *lower arm* menggunakan varian 3, tebal dan kuat
- d. Bahan penyatu menggunakan varian 1, kuat sehingga tidak mudah patah
- e. Bahan pengikat menggunakan varian 1, kuat dan bisa dibongkar pasang
- f. Bahan pewarna menggunakan varian 1, tahan lama untuk besi

4. Fase Hasil

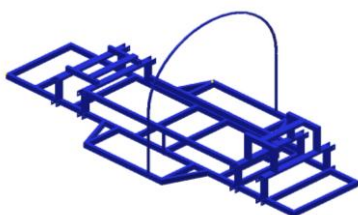
Pada fase ini adalah fase perancangan detail produk dan gambar desain produk, adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

- a. Ukuran panjang *chassis* 2650 mm
- b. Total lebar *chassis* 1200 mm
- c. Tinggi *chassis* 1200 mm
- d. Ukuran skatan tengah *chassis* 600 mm

Untuk gambar skets digambar menggunakan *Software Autodesk Inventor 2020*, sketsnya adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Desain *Chassis Urban Concept*



Gambar 9. Layout *Chassis*



Gambar 10. Realisasi *Chassis KMHE*

Keterangan gambar:

- 1. Chassis utama menggunakan besi hollow 25 x 50 x 1,40 mm
- 2. Dudukan Pengemudi menggunakan besi hollow 25 x 50 x 1,40 mm
- 3. Dudukan mesin menggunakan besi plat strip 5 cm x 5 mm
- 4. Kedudukan lower arm menggunakan besi plat strip 5 cm x 5 mm
- 5. Roll bar menggunakan besi pipa ½ inci 1,6 mm

3.2 Proses Pengujian *Chassis*

1. Pengujian Eksperimental

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilaksanakan, pengujian *chassis* yang dilakukan di laboratorium Teknik Mesin yang menggunakan alat *Dial Indicator* dengan posisi awal 0 mm, kemudian diberi beban pengemudi 686,7 N dan mesin 215,82 N, hasil dari pengukuran *Dial Indicator* ketika diberi beban pada *chassis* yang menunjukkan angka 0,73 mm.

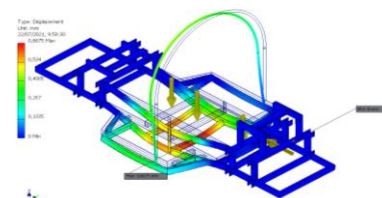


Gambar 11. Hasil *Dial Indicator*

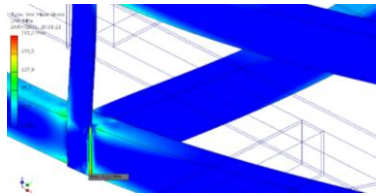
2. Pengujian *Chassis*

Pada pengujian ini perhitungan berat keseluruhan *chassis* dengan total panjang besi yang digunakan 23,89 m adalah 39,22 kg, dan defleksi yang terjadi pada *chassis* dudukan pengemudi dan mesin adalah 6.7 mm

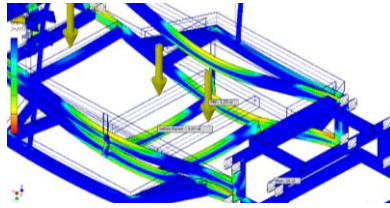
3. Simulasi Pengujian Menggunakan *Autodesk Inventor 2020*



Gambar 12. Hasil *Displacement*



Gambar 13. Hasil Von Mises Stres



Gambar 14. Hasil Safety Factor

Dari hasil simulasi yang ditunjukkan pada gambar bahwasannya untuk perhitungan *Displacement* yang menggunakan *Software Autodesk Inventor* menunjukkan nilai 0,6675 mm, *Von Mises Stress* menunjukkan nilai 213,2 MPa, dan *Safety Factor* menunjukkan nilai 1,29 μ .

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian, perhitungan dan simulasi, analisis penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Hasil pengukuran menggunakan *Dial Indicator* pada *chassis* yang telah diberi beban 902,52 N menunjukkan hasil defleksi 0,73 mm dan hasil perhitungan defleksi pada *chassis* kedudukan pengemudi dan mesin adalah 6,7 mm.
2. Untuk hasil simulasi *chassis* kedudukan pengemudi dan kedudukan mesin *Displacement* menunjukkan nilai 0,6675 mm, *Von Mises Stress* menunjukkan nilai 213,2 MPa, dan *Safety Factor* menunjukkan nilai 1,29 μ .
3. Dari hasil penelitian ini rancangan *chassis* KMHE dengan berat kendaraan 1373,4 N sesuai dengan penelitian sehingga dapat digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Setiawan Budi, Riyan, Hartono, Priyagung, Basjir, “Perancangan Design Chassis Kendaraan Mobil Hemat Energi ‘ ’ HAIZUM’ ”, vol. 15, no. 2, 2020.
- [2] A. Yudistira Dwinanto and F. Burhanuddin Muhammad, “Analisa Perbandingan Karakteristik Bodi dan Chassis pada Prototype Kendaraan Listrik,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp.

- 101–105, 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.02.2.
- [3] Heri Suropto, et al . “Pembuatan Mesin Pencacah Single Blade Kapasitas 100 kg/jam dengan Metode Pahl & Beitz,” *APTEK*, vol. 13, no. 2, pp. 83–89, 2021.
- [4] T. Hidayat, “Perancangan Dan Analisis Statik Chassis Kendaraan Shell Eco,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–6, 2017.
- [5] A. Sadikin, “Perancangan Rangka Chasis Mobil Listrik Untuk 4 Penumpang Menggunakan Software 3D Siemens Nx8,” p. 72, 2013.
- [6] N. Wahyudi and Y. A. Fahrudi, “Studi Eksperimen Rancang Bangun Rangka Jenis Ladder Frame pada Kendaraan Sport,” *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.,* vol. 1, no. 1, pp. 71–75, 2017, doi: 10.32486/jeecae.v1i1.15.
- [7] S. Indra, “Desain Dan Analisis Kekuatan Pada Rangka Kendaraan Jenis Prototype Sesuai Standar Shell Eco Marathon Asia,” pp. 1–10, 2016.
- [8] M. Adriana, A. A. B.P, and M. Masrianor, “Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang,” *J. Elem.*, vol. 4, no. 2, p. 129, 2017, doi: 10.34128/je.v4i2.64.
- [9] L. A. N. Wibawa, “Merancang Komponen Roket 3D dengan Autodesk Inventor Professional 2017,” no. December, 2018, [Online]. Available: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=qHpKDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=desain+produk+digital&ots=8XRaSul2qZ&sig=Wn6Fwf8wfwvU3a9wke2zajigeBU>.
- [10] A. Muis and Trijeti, “Analisis Bekisting Metode Semi Sistem Dan Metode Sistem Pada Bangunan Gedung,” *Univ. Muhammadiyah, Jakarta*, pp. 27–38, 2012, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/articel/view/261/237>.
- [11] R. Pertiwi, “Material Besi Pipa Dan Kayu Dengan Evaluasi,” pp. 128–135, 2018.