

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Sunardi pada tahun 2017 dengan judul “Optimalisasi Desain *Frame* Sepeda Menggunakan *Software Autodesk Inventor 2015*”. Hasil penelitian dari simulasi tersebut adalah *frame* sepeda modifikasi lebih optimal dibandingkan *frame* sepeda Mustang berdasarkan hasil *Stress Analysis*. Penelitian yang dilakukan sekarang ini adalah perancangan desain ukuran *frame* yang cocok pada *Handcycle* bagi penyandang disabilitas. Dari penelitian ini diharapkan agar perancangan *Handcycle* dapat menghasilkan desain yang hemat biaya, proporsional dan aman.

Penelitian yang dilakukan oleh Bambang Setyono, Mrihrenaningtyas, Abdul Hamid pada tahun 2016 dengan judul “Perancangan dan analisis kekuatan *frame* sepeda hibrid “TRISONA” menggunakan *software Autodesk Inventor*” hasil dari penelitian tersebut adalah Berdasarkan hasil simulasi analisis kekuatan konstruksi *frame* sepeda trisona menggunakan *software Autodesk Inventor Professional 2015* dapat disimpulkan bahwa konstruksi *frame* sepeda trisona aman untuk berat pengendara maksimal 85 kg

Penelitian yang dilakukan oleh Devinta Juliaptini pada tahun 2010 dengan judul “Analisis sifat mekanik dan metalografi baja karbon rendah untuk aplikasi tabung gas 3 kg”. Hasil penelitian tersebut adalah. Telah dilakukan penelitian terhadap kualitas bahan baku tabung 3 kg memiliki nilai kekuatan tarik produk 438 Mpa, nilai kekerasan 140 HB dan ketebalannya yang bergantung pada dimensi yaitu sekitar 2.28 mm sesuai dimensi yang di syaratkan yakni  $< 3,8$

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 ASTM**

ASTM Internasional merupakan organisasi internasional sukarela yang mengembangkan standardisasi teknik untuk material, produk, sistem dan jasa. ASTM Internasional yang berpusat di Amerika Serikat. ASTM merupakan singkatan dari *American Society for Testing and Material*, dibentuk pertama kali pada tahun 1898 oleh sekelompok insinyur dan ilmuwan untuk mengatasi bahan baku besi pada rel kereta api yang selalu bermasalah. Sekarang ini, ASTM mempunyai lebih dari 12.000 buah standar. Standar ASTM banyak digunakan pada negara-negara maju maupun berkembang dalam penelitian akademisi maupun industri.

### **2.2.2 Baja**

Baja adalah paduan logam yang komponen adalah besi, dengan karbon sebagai material pengaloy utama. Karbon bekerja sebagai agen peneras, mencegah atom besi, yang secara alami teratur dalam *lattice*, bergeser melalui satu sama lain. Memvariasikan jumlah karbon dan penyebaran paduan dapat mengontrol kualitas baja. Baja dengan peningkatan jumlah karbon dapat memperkeras dan memperkuat besi, tetapi juga lebih rapuh. Klasifikasi baja berdasarkan komposisi karbon, baja dapat diklasifikasi menjadi 2 yaitu : Baja Karbon dan Baja Padua

## 1. Baja karbon ( *carbon steel* )

Baja karbon adalah baja dengan paduan utamanya adalah karbon. Baja dengan kandungan karbon rendah memiliki sifat yang mirip dengan besi. Apabila kandungan karbon meningkat, logam menjadi lebih kuat dan lebih mudah dilas. Kandungan karbon mempengaruhi kekuatan luluh pada baja karena atom karbon cocok dalam celah *lattice* Kristal pada *body-central cubic* (BCC) atom besi. Celah karbon mengurangi mobilitas dislokasi, yang pada gilirannya memiliki efek penguatan pada besi. Baja karbon dibagi lagi menjadi 4 kelas yaitu :

### A. Baja karbon lunak

Baja lunak adalah bentuk baja yang harganya relatif murah yang memberikan sifat-sifat yang dapat diterima untuk banyak permintaan. Baja karbon rendah mengandung kira-kira 0,05-0,30%. Baja karbon rendah memiliki kekuatan Tarik relatif rendah dan kekerasan permukaan dapat dinaikkan dengan *carburizing*. Baja karbon rendah banyak digunakan pada



**Gambar 2.1 Pengaplikasian Baja Karbon Lunak**

( sumber :Slide Achmad Maulana Ibr )

#### B. Baja karbon menengah ( *medium carbon steel* )

Baja karbon menengah memiliki tingkat kadar karbon 0,30-0,60 % dengan kadar magnesium antara 0,60-1,65 % . Jika kadar karbonnya sampai 0,50% dan di sertai penambahan kadar magnesium maka baja karbon menengah dapat di gunakan pada kondisi quenched dan temper. Kegunaan dari baja karbon medium meliputi poros ,*axels*,roda gigi, poros engkol, kopling, dan baja dengan kadar karbon 0,40-0,60 % dapat digunakan untuk rel kereta api dan sambungan rel



**Gambar 2.2 Pengaplikasian Baja Karbon Menengah**  
( sumber : Slide Achmad Maulana Ibr )

C. Baja karbon tinggi ( *hight carbon steel* )

Baja karbon tinggi dapat sukses mengalami perlakuan panas dengan memiliki kandungan karbon kira-kira 0,60-1,70 %. Mangan sering di tambahkan untuk meningkatkan kekerasan baja. Kandungan karbon kira-kira 0,6-0,99 % digunakan untuk pegas

Aplikasi High Carbon Steel



**Gambar 2.3 Pengaplikasian Baja Karbon Tinggi**  
( sumber : Slide Achmad Maulana Ibr )

D. Ultra – hight carbon steel

Baja dengan kandungan karbon kira-kira 1,0-2,0 %. Baja ini digunakan untuk tujuan khusus seperti tuju non industry dan

pisau. Kebanyak baja dengan kandungan karbon lebih dari 1,2 % di buat menggunakan *powder metallurgy* ( serbuk metalurgi ).



**Gambar 2.4 Pengaplikasian Baja Karbon Ultra-Hight**  
( sumber : Slide Achmad Maulana Ibr )

## 2. Baja paduan

Baja paduan adalah baja yang mengandung besi ( Fe ) dan unsur kimia lainnya. Komposisi kimia yang terkandung tersebut sangat beragam. Besar presentase dan jenis komposisi kimia yang terkandung di dalam baja tersebut yang membuat baja paduan mempunyai beragam karakteristik yang berbeda-beda dan membuat baja tersebut juga berbeda dalam peruntukannya. Baja paduan termasuk jenis baja karbon yang mengandung tambahan unsur seperti paduannya mencapai 2,07%-2,5%. Baja paduan .

Baja paduan mempunyai kelebihan sebagai berikut:

- Mempunyai mampu keras yang baik meskipun berukuran besar dapat dikeraskan sampai ke dalam, jadi dengan

penemperan dapat diperoleh struktur yang lebih uniform. Di samping itu kekuatan yang lebih tinggi dan keuletan yang lebih baik dapat diperoleh.

- Karena mempunyai mampu keras yang lebih baik tidak perlu pendinginan yang cepat pada pengerasannya, hal ini menyebabkan rendahnya tegangan sisa.

Paduan yang sering di tambahkan ke dalam baja antara lain :

a. Silizium (Si)

Silizium terdapat di dalam setiap baja paduan tetapi kandungannya kecil, namun baru dapat dikatakan elemen paduan jika kadar lebih dari 0,5% . Silizium berguna untuk menaikkan kekuatan atau batas plastis. Akibat dari silizium ini baja menjadi butir kasar dan berserat sehingga cocok untuk pegas

b. Mangan (Mn)

Mangan juga terdapat di dalam setiap baja paduan tetapi kandungannya kecil, namun baru dapat dikatakan elemen paduan jika kadar lebih dari 0,6%. Baja dengan kadar mangan 1.2% pada temperatur ruangan 20° masih berstruktur austenite. Baja jenis ini sukar di kerjakan tetapi tahan aus.



c. Chrome (Cr)

Chrome berperan dalam pembentukan carbide. Senyawa carbide sangat keras dan dengan sendirinya kekerasan baja akan naik. Adanya senyawa chrome juga menyebabkan besi juga tahan aus. Chrome juga menyebabkan baja memiliki struktur butir yang lebih halus dan menyebabkan turunya kecepatan pendinginan kritis yang sangat besar.

Baja dengan kadar chrome diatas 13% dan kadar karbon kurang dari 0,6% bersifat anti karat atau juga disebut stainless steel.

d. Nickel (Ni)

Baja dengan kadar nickel yang tinggi berstruktur austenit. Baja anti karat, tahan panas, ketahanan impact dan vatic tinggi tapi tidak dapat di keraskan. Baja-nickel dapat dikeraskan dalam oli dan air.

e. Molybdenum (Mo)

Molybdenum meningkatkan kekuatan dan batas mulur baja, terutama terhadap pembebanan yang terus-menerus. Baja paduan molybdenum tidak cenderung membentuk struktur butiran yang kasar sehingga lumayan tahan terhadap panas.

f. Wolfarm

Kandungan wolfarm tinggi akan menaikkan kekerasan baja dan dengan sendirinya menaikkan kemampuan potong dan tahan aus. Wolfarm dipakai pada HSS dan *Hot Work Steel*.

g. Vanadium (V)

Pengaruh vanadium sama seperti wolfarm, tetapi vanadium memiliki pengaruh yang lebih besar dalam pembentukan carbide, oleh sebab itu dibutuhkan kadar karbon yang tinggi. Vanadium membuat baja menjadi tahan panas, menaikkan kemampuan potong dan tahan terhadap gesekan.

h. Cobalt

Sebagai elemen paduan cobalt hanya digunakan jika bersenyawa dengan elemen lain karena cobalt tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap struktur baja. Cobalt sangat mempengaruhi sifat magnetic dari baja dan berperan pada pembentukan struktur butiran kasar.

### 2.2.3 Autodesk Inventor

Merupakan salah satu program dari Autocad dan Autodesk Mechanical Desktop yang memiliki konsep hampir sama menggambar dalam bentuk 3D. Autodesk Inventor 2012 merupakan salah satu *software* CADD (*Computer Aided Drawing And Design*) yang dikeluarkan oleh

perusahaan Amerika bernama *Autodesk*. Sebagai software CADD, Autodesk Inventor sangat sesuai diaplikasikan dalam pekerjaan perancangan komponen, perancangan sistem mekanik hingga analisis kekuatan mekanis dari komponen-komponen mekanik yang dirancang. Sifat parametrik yang dimiliki software ini menjadikannya mudah untuk diedit dan dimodifikasi.

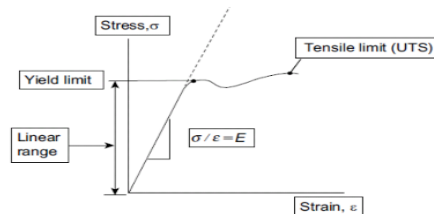
#### **2.2.4 Stress Analysis**

*Stress Analysis* merupakan salah satu alat pengujian struktur pada Autodesk Inventor yang dilakukan dengan menerapkan konsep *Finite Element Analysis* (FEA). Cara kerjanya adalah dengan memecah suatu objek struktur yang akan diuji menjadi elemen – elemen berhingga yang saling terhubung satu sama lain yang akan dikelola dengan perhitungan khusus oleh software, sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat. Didalam aplikasi *AUTODESK INVERTOR* kita bias melakukan beberapa analisa yaitu analisa linier analisa, non linier, dan analisa statistik.

#### **2.2.5 Analisa Linier Dan Non Linier**

Simulasi perangkat lunak (*software*) Autodesk Invertor hanya mampu melakukan analisis linier dimana komponennya memiliki deformasi kecil, dibawah kondisi pembebanan operasional. di samping itu analisis non linier biasanya terjadi saat komponen mengalami deformasi besar

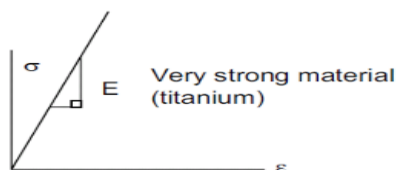
sehingga material mengalami perubahan bentuk hingga melewati batas elastisitas.



**Gambar 2.5 Analisis Linier**

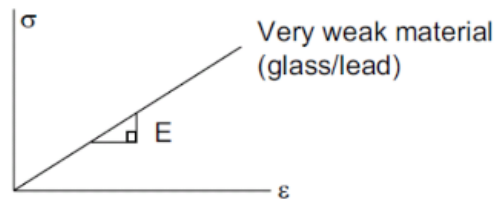
Sumber : Buku Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roke

Modulus young menunjukkan ukuran kekuatan material atau tingkat elasisitas material. Jadi, nilai modulus young yang lebih tinggi akan menghasilkan material yang lebih kuat dan modulus young yang lebih rendah akan menghasilkan material yang lebih lemah. Modulus young didefinisikan sebagai pebandingan tegangan (*stress*) dengan sehingga modulus young menunjukkan kecenderungan suatu material untuk berubah bentuk dan kembali lagi ke bentuk semula bila diberi beban



**Gambar 2.6 Modulus Young Material Kuat**

Sumber : Buku Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roke



**Gambar 2.7 Modulus Young Material Lemah**

Sumber : Buku Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roke

**Tabel 1.1 Nilai Modulus Young Beberapa Jenis Material**

<b>Material</b>	<b>Modulus Young (N/m<sup>2</sup> atau Pa)</b>
Baja	200 x 10 <sup>9</sup>
Tembaga	110 x 10 <sup>9</sup>
Besi	100 x 10 <sup>9</sup>
Perunggu	100 x 10 <sup>9</sup>
Kuningan	90 x 10 <sup>9</sup>
Aluminium	70 x 10 <sup>9</sup>
Beton	20 x 10 <sup>9</sup>
Timah	16 x 10 <sup>9</sup>
Nilon	5 x 10 <sup>9</sup>
Karet	0,5 x 10 <sup>9</sup>

Sumber : Buku Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roke

Regangan =

Analisis non linier termasuk dalam tiga katagori berikut :

a. Geometri nonlinier

Komponen mengalami deformasi besar sehingga dapat menyebabkan komponen mengalami perlakuan nonlinier.

b. Bahan nonlinier

Bila komponen melampaui batas luluh, tegangan/regangan. Hubungan menjadi nonlinier karena material mulai berubah bentuk secara permanen.

c. Kontak

Meliputi efek dua komponen yang bersentuhan: artinya mengalami perubahan mendadak dalam kekakuan yang mengakibatkan deformasi material local di wilaya kontak .

### **2.2.6 Pengujian Metode Uji Tarik**

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *raw materials*. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Sedangkan Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan

pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

a. Elastisitas

Elastisitas yaitu kecenderungan suatu bahan padat untuk kembali ke bentuk aslinya yang berdeformasi sementara, tanpa adanya perubahan secara permanen, yaitu sifat untuk melawan deformasi yang terjadi. Suatu bahan dapat dikatakan elastis sempurna jika sesudah gaya menyebabkan perubahan struktur atau perubahan bentuk pada bahan tersebut dan kemudian tiadakan, maka bahan kemudian kembali ke posisi awalnya. Meskipun tidak ada bahan yang memiliki sifat elastis sempurna, akan tetapi hampir semua bahan memiliki sifat elastis sempurna yaitu hingga menuju ke deformasi yang terbatas disebut batas elastis. Jika suatu bahan berdeformasi diatas batas elastisnya, dan kemudian gaya yang dikenainya akan dihilangkan, maka bahan tersebut tidak dapat kembali bentuk awalnya. Besar dan kecilnya deformasi yang terjadi pada bahan, yaitu merupakan perbedaan antara elastis dan plastis. Blatt (1986:179) menyebutkan suatu deformasi dinyatakan elastis jika deformasi memiliki keseimbangan dengan gaya penyebabnya dan bekerjanya gaya maka deformasi diabaikan.

b. Tegangan Luluh (*Yield Stress*)

Semua bahan akan berubah bentuk karena dipengaruhi oleh gaya, jika gaya dihilangkan maka bahan akan kembali ke bentuk semulanya dan ada pula yang mengalami perubahan struktur dengan sedikit maupun banyak serta adanya yang menetap, (Soedarjana, 1986:236). Maka, deformasi bahan dapat dinyatakan oleh gaya per satuan luas dan bukan karena gaya total (Silaban, 1991:365). Jika suatu batang tegar yang akan beri gaya tarik (F) ke atas dengan gaya dilakukan dengan sama tetapi bertolak belakang ke bawah maka gaya-gaya tersebut akan disalurkan secara seragam ke luas penampang batang. Perbandingan antara gaya (F) terhadap luas penampang (A) disebut kekuatan tarik. Jika seluruh batang dalam posisi mengalami tegangan, maka pemotongan dapat dilakukan disembarang titik terhadap batang, ditulis pada persamaan berikut ini:

$$\text{Tegangan } (\sigma) =$$

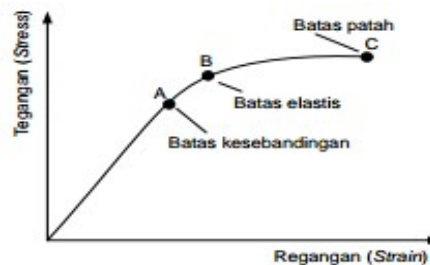


c. Regangan (*Strain*)

Suatu bahan dikatakan regang apabila bahan tersebut mengalami perubahan dari bentuk mula-mula hingga bahan tersebut mengalami perpanjangan atau penambahan panjang dari ukuran sebelumnya. Regangan juga dinamakan dengan derajat deformasi, (Sarojo, 2002:321). Bentuk atau ukuran suatu bahan yang diberikan tekanan atau beban tarik, dan relatif mengalami perubahan ukuran atau dimensinya yaitu dinamakan dengan regangan . Perubahan ukuran mula-mula

d. Modulus Elastisitas

Pada gambar 2.8 menunjukkan kurva tegangan terhadap regangan pada batang padat biasa. kurva tersebut bahwa garis linier hingga menuju ke titik A menyatakan bahwa hasil dari regangan berubah akan tetapi pada titik ini suatu bahan uji masih mampu menerima beban sebelum terjadinya perpatahan, dan kemudian terjadinya tegangan yang sering dikenal dengan hukum Hooke. Pada titik B menyatakan bahwa batas elastis suatu bahan uji, jika suatu bahan uji ditarik melebihi batas titik ini maka bahan tersebut akan mengalami pertambahan panjang dan tidak akan kembali ke panjang semula serta mengakibatkan perubahan bentuk secara permanen. Pada titik C menunjukkan bahwa suatu bahan diberi tegangan yang terlalu besar, maka pada akhirnya bahan tersebut akan patah.

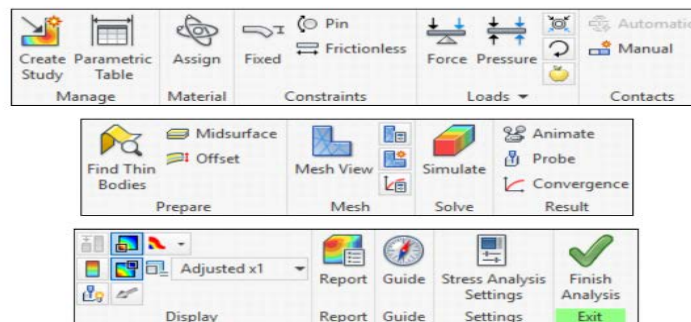


**Gambar 2.8 Kurva tegangan terhadap regangan**

Sumber: (Matheus Souisa, 2011)

Pada gambar 2.1 menunjukkan daerah elastis bahwa kemiringan garis pada kurva tegangan terhadap regangan yang dinamakan dengan modulus *Young* (Y) dari benda yang diuji, (Silaban, 1991:368). Perbandingan antara tegangan terhadap regangan dalam daerah elastis pada grafik diatas disebut juga konstanta karakteristik atau modulus *Young* suatu bahan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y =$$



Sumber : Buku Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian  
Roket