

Analisis Kekuatan Konstruksi *Underframe* Pada *Prototype Light Rail Transit (LRT)*

Roby Tri Hardianto^{1*}, Wahyudi², dan Dhika Aditya P.³

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email : robytrihardianto7@gmail.com

Abstrak

Light Rail Transit (LRT) merupakan contoh kemajuan transportasi darat di bidang kereta api dan *LRT* merupakan salah satu alternatif moda pengumpan bagi *MRT*. Demi memenuhi kemajuan transportasi darat di bidang kereta api di Indoneisa, Perusahaan produsen kereta merencanakan pembuatan *prototype LRT* sebagai moda pengumpan *MRT* dan contoh awal untuk pembuatan *LRT* yang sebenarnya. Konstruksi utama dari *LRT* ini layaknya kereta pada umumnya, yaitu terletak pada konstruksi *underframe*. Oleh sebab itu penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan kontruksi *underframe* dalam menerima beban yang sudah ditentukan dengan melakukan perhitungan dan analisis software untuk mencari tegangan maksimum, defleksi maksimum dan letak titik kritis. Dimana pembuatan *LRT* ini masih dalam tahap pengerjaan dan belum di uji kekuatannya.

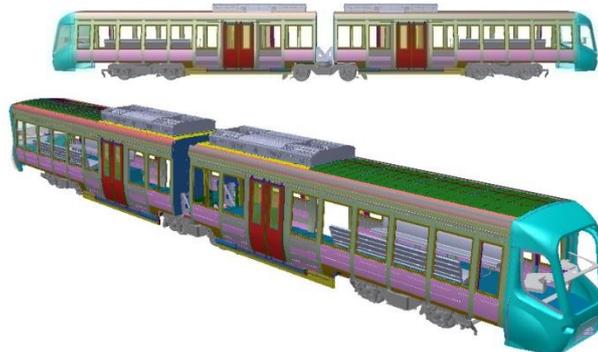
Untuk menganalisis kekuatan konstruksi *underframe Prototype LRT*, analisis yang dilakukan menggunakan perhitungan manual dalam bentuk lokal/penampang serta dengan bantuan software ANSYS.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan tegangan maksimum konstruksi *underframe* sebesar 211,35 MPa, untuk defleksi yang terjadi pada konstruksi *underframe* sebesar 85,678 mm dan letak titik kritis pada konstruksi *underframe* berada pada sambungan antara penampang melintang dan memanjang bagian depan diatas tumpuan. Sehingga dapat dikatakan konstruksi *underframe* tidak aman karna melebihi tegangan dan defleksi ijin.

Kata kunci : Analisis, Konstruksi, *LRT*, *Prototype LRT*, *Underframe*.

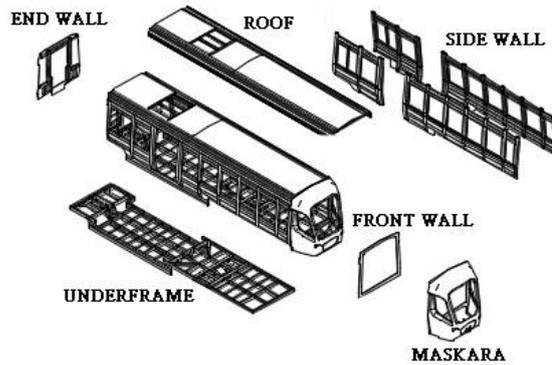
1. PENDAHULUAN

Light Rail Transit (LRT) merupakan salah satu transportasi massal yang menggunakan tenaga listrik sebagai penggerakannya, memiliki kapasitas besar dan memiliki lajur sendiri. *LRT* merupakan salah satu alternatif moda pengumpan *MRT*. *LRT* tidak menghasilkan polusi yang besar dan dapat mengurangi volume kendaraan yang ada. *LRT* dalam pembangunannya tidak memerlukan pembangunan jalan baru karena *LRT* dapat menggunakan jalan yang sudah ada Gambar 1.



Gambar 1. *Light Rail Transit (LRT)*

Demi memenuhi kemajuan transportasi darat di bidang kereta api di Indonesia, Perusahaan produsen kereta merencanakan pembuatan *prototype LRT* sebagai moda pengumpan *MRT* dan contoh awal untuk pembuatan *LRT* yang sebenarnya. Dimana konstruksi *LRT* ini terdiri dari *underframe*, *end wall*, *front wall*, *side wall*, *roof* dan maskara yang ditunjukkan pada Gambar 2. Konstruksi utama dari *LRT* ini layaknya kereta pada umumnya, yaitu terletak pada konstruksi *underframe*. *Underframe* kereta api merupakan bagian terpenting dari konstruksi kereta api, yang ditempatkan oleh badan kereta api beserta beban yang diangkut sehingga *underframe* tersebut harus cukup kuat menanggung beban yang terjadi sebesar 25 Ton.

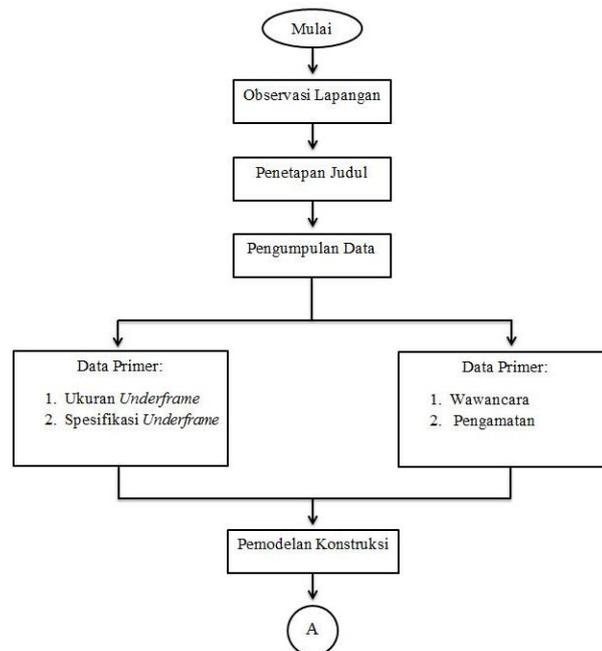


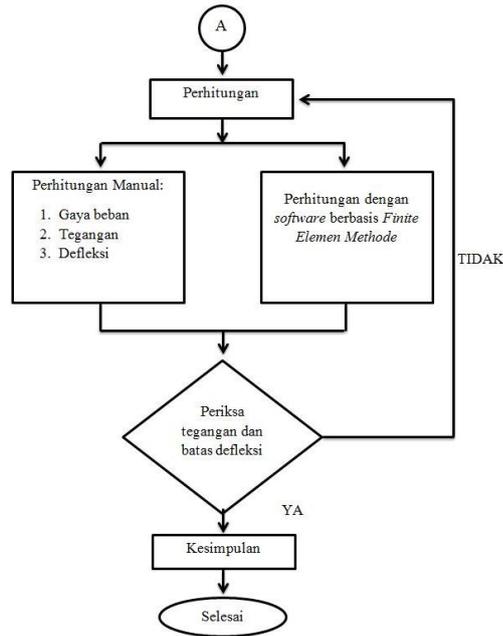
Gambar 2. Konstruksi *LRT*

Berdasarkan dari olahan data gaya beban sebesar, tegangan dan defleksi akan dinyatakan kekuatan dan kelayakan konstruksinya ditinjau dari titik kritisnya. Analisis kekuatan pada konstruksi *underframe prototype LRT* dilakukan dengan cara perhitungan manual dan pemanfaatan aplikasi. Perhitungan manual hanya sebatas hasil nilai serta hipotesis gambaran awal yang masih dangkal sehingga belum bisa menunjukkan distribusi tegangan yang bekerja pada konstruksi tersebut. Untuk mengetahui pendistribusian seperti deformasi dan defleksi maupun akibatnya maka digunakan *software ANSYS*. Hasil dari penelitian ini dapat dipergunakan sebagai referensi bagi Perusahaan produsen kereta untuk perlu apa tidaknya dilakukan redesain pada konstruksi *underframe*.

2. METODOLOGI

Penelitian awal yang dilakukan adalah mengumpulkan data spesifikasi konstruksi *underframe* beserta data material yang digunakan. Untuk mengetahui tahap-tahap dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3





Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

2.1 Perhitungan Manual

Perhitungan manual dilakukan dengan cara melakukan pendekatan perhitungan yaitu dengan menghitung salah satu profi (lokal) yang mewakili keseluruhan konstruksi. Dalam perhitungan manual ini dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk mengetahui besar tegangan maksimum dan defleksi maksimum. Selain itu juga dilakukan perhitungan untuk mencari tegangan ijin berdasarkan *Dobrovolsky (Machine Element)* dan defleksi ijin yang mengacu pada *International Building Code (ICB 2000)*.

1. Gaya beban

$$P = W \times g \quad (1)$$

Dimana :

P = Gaya (N)

W = Massa (Kg)

G = Gravitasi (m/s²)

2. Tegangan

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2)$$

Dimana :

σ = Tegangan atau gaya per satuan luas (N/mm²)

P = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm²)

3. Defleksi

$$\Delta = \frac{wl^4}{384EI} \quad (3)$$

Dimana :

w = Gaya/meter (N/m)

l = Panjang penampang (m)

E = Modulus elastisitas material (N/m²)

I = Momen inersia profil (m⁴)

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\text{yield strength}}{sf} \quad (4)$$

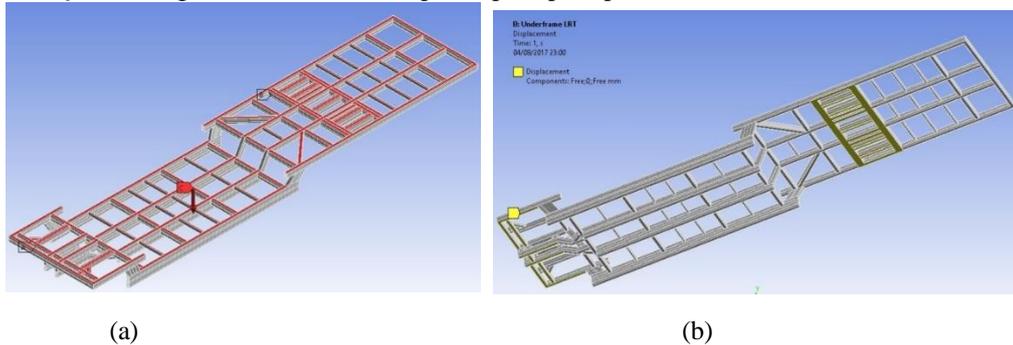
$$\Delta_{\text{max}} = \frac{L}{240} \quad (5)$$

Dimana :

L = Panjang penampang terpanjang (mm)

2.2 Perhitungan Software

Tahap awal dalam analisis software adalah menggambar model *underframe* dengan dimensi yang sebenarnya, model yang dibuat mengabaikan sambungan las, komponen-komponen yang dimensinya kecil dan bagian-bagian yang secara dimensi dapat diabaikan dibandingkan dengan profil utama yang digunakan. Besarnya beban yang di input dalam *software* sebesar 25 Ton sesuai beban pada kenyataannya yang di distribusikan merata keseluruhan penampang utama pada *underframe* dengan kondisi batas/titik penumpu seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembebanan pada model (a) dan Input kondisi batas/titik penumpu pada model (b)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan Tegangan

Dalam perhitungan tegangan dilakukan 3 perhitungan, yaitu perhitungan secara manual, perhitungan dengan software dan perhitungan tegangan ijin. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan tegangan

Penampang	Tegangan Maksimum Perhitungan (MPa)	Tegangan Maksimum Software (MPa)	Tegangan Ijin (MPa)
Memanjang tengah <i>hollow w</i>	49,788	55,306	< 69
Melintang tengah <i>hollow</i>	15,269	19,678	< 69
Memanjang depan <i>hollow w</i>	223,699	239,28	> 69
Melintang depan <i>hollow</i>	16,529	21,14	< 69

3.2. Perhitungan Defleksi

Dalam perhitungan defleksi dilakukan 3 perhitungan, yaitu perhitungan secara manual, perhitungan dengan software dan perhitungan defleksi ijin. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan defleksi

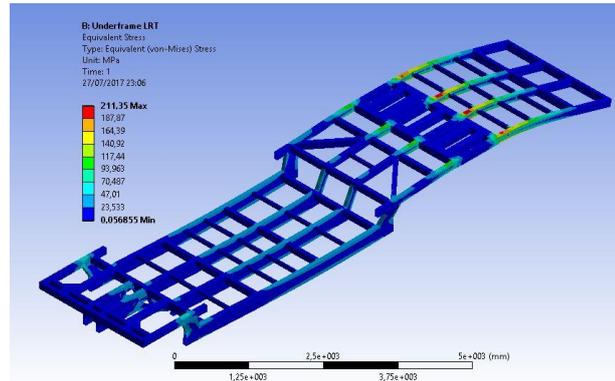
Penampang	Defleksi Maksimum Perhitungan (mm)	Defleksi Maksimum Software (mm)	Defleksi Ijin (mm)
Memanjang tengah <i>hollow w</i>	5,9	5,993	< 17,79
Melintang tengah <i>hollow</i>	0,088	0,122	< 17,79
Memanjang depan <i>hollow w</i>	77	77,523	> 17,79
Melintang depan <i>hollow w</i>	0,11	0,149	< 17,79

3.3. Simulasi Konstruksi Underframe

Analisa konstruksi *underframe* bertujuan untuk mengetahui tegangan, defleksi serta titik kritis yang terjadi pada bentuk utuh konstruksi *underframe*.

1. Tegangan maksimum

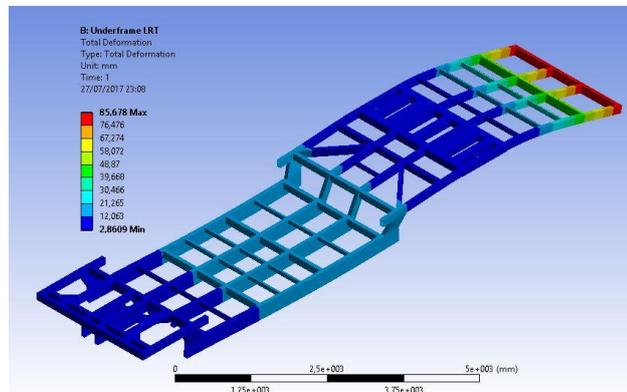
Tegangan maksimum yang terjadi pada konstruksi *underframe* adalah sebesar 211,35 Mpa seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Tegangan maksimum

2. Titik kritis

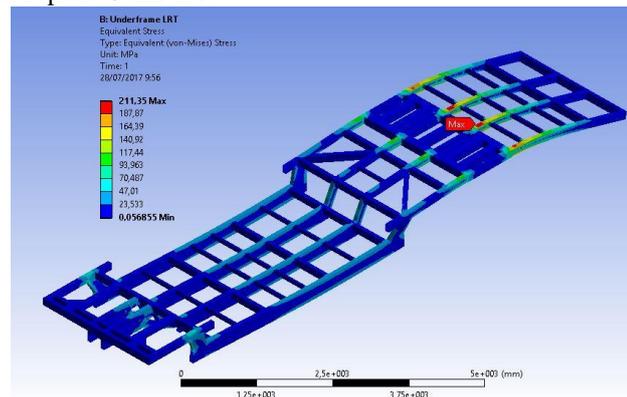
Defleksi maksimum yang terjadi pada konstruksi *underframe* adalah sebesar 85,678 mm seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Defleksi maksimum

3. Tegangan maksimum

Titik kritis yang terjadi pada konstruksi *underframe* adalah sebesar 211,35 Mpa dengan ketentuan letak titik kritis seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Titik Kritis

4. KESIMPULAN

1. Dari aspek tegangan resultan (*von misses stress*) akibat dari masing-masing beban kerja, didapati bahwa terjadi tegangan sebesar 211,35 Mpa dengan perbandingan tegangan ijin sebesar 69 Mpa. Dari hasil tegangan secara perhitungan manual dan *software* dapat dikatakan bahwa tegangan yang terjadi melebihi tegangan ijin, sehingga konstruksi *underframe* tidak aman. Faktor yang mempengaruhi tegangan melebihi tegangan ijin karena dalam Tugas Akhir ini analisa hanya pada

konstruksi *underframe* saja, bukan dalam bentuk *carbody* yang dapat menghasilkan tegangan di bawah tegangan ijin.

2. Dari aspek defleksi akibat dari masing-masing beban kerja, didapati bahwa terjadi defleksi sebesar 85,678 mm dengan perbandingan defleksi ijin 17,79 mm. Dari hasil defleksi secara perhitungan manual dan *software* dapat dikatakan bahwa defleksi yang terjadi melebihi defleksi ijin. Faktor yang mempengaruhi defleksi melebihi defleksi ijin karena dalam Tugas Akhir ini analisa hanya pada konstruksi *underframe* saja, bukan dalam bentuk *carbody* yang dapat menghasilkan defleksi dibawah defleksi ijin.

3. Sesuai dengan hasil analisa dengan bantuan *software* maka dapat terlihat titik kritis pada konstruksi *underframe*. Dimana letak titik kritis terdapat pada sambungan antara penampang melintang dan penampang memanjang bagian depan diatas tumpuan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Djoeli Satrijo, E. L. (n.d.). 'Desain dan Analisa Gerbong Kereta Api Pengangkut Batu Ballast dengan Metode Elemen Hingga'. *Jurnal Teknik Mesin*, 1-8.

Djoeli Satrijo, T. P. (2007). 'Analisis Kekuatan Under Frame Kereta Barang Menggunakan Metode Elemen Hingga'. *Rotasi*, Volume 9 (1), pp.1-5.

Hendrato. (2015). 'Analisa Beban Statis Chasis Kendaraan Pemantau Jalan Rel'. *Prosiding Semiloka Teknologi Keselamatan di Jalan Raya dan Jalan Rel*, Volume 1 (1), pp.1-7.

Imam Muthohar, N. B. (2015). 'Analisis Distribusi Beban Kereta Api pada Konstruksi Timbunan Jalur Kereta Api'. *FSTPT International Symposium*, Volume 1 (1), pp.1-13.

Mercyano Febrianda, I. W. (2013). 'Studi Perencanaan LRT (Light Rail Transit) Sebagai Moda Pengumpan (Feeder) MRT Jakarta'. *Jurnal Teknik Pomits*, Volume 1 (1), pp.1-6.

Riski, R. (2009, November 19). *Beban Dinamis (Dinamika Struktur)*. Diambil Januari 25, 2017, dari rahmatriski.com: <https://rahmatriski.com>

Suhardi, S. (2008). 'Pengujian Statis Alat Angkut Peti Kemas'. *Jurnal Teknik Mesin*, Volume 5 (1), pp.22-26.