

SKRIPSI
ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN PERPINDAHAN SASIS
LIGHT RAIL TRANSIT (LRT)



M FAJRI
03051381520045

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

SKRIPSI
ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN PERPINDAHAN SASIS
LIGHT RAIL TRANSIT (LRT)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH
M FAJRI
03051381520045

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN, DAN
PERPINDAHAN SASIS *LIGHT RAIL TRANSIT (LRT)***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya


**Oleh:
M FAJRI
03051381520045**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001**

Palembang, Juli 2019
Pembimbing



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001**


**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI


**NAMA : M FAJRI
NIM : 03051381520045
JUDUL : ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN, DAN
PERPINDAHAN SASIS *LIGHT RAIL TRANSIT (LRT)*
DIBERIKAN : JANUARI 2019
SELESAI : JULI 2019**

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001**

Palembang, Juli 2019
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001**

HALAMAN PERSETUJUAN

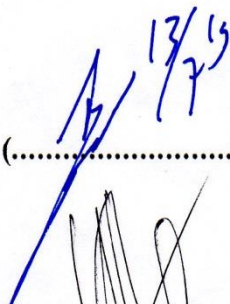
Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “**Analisis Tegangan, Regangan, dan Perpindahan sasis *Light Rail Transit (LRT)***” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 6 Juli 2019.

Palembang, 6 Juli 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 197901052003121002

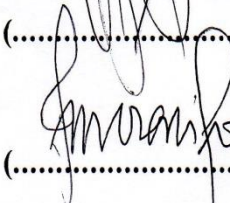
13/7/19

(.....)

Anggota :

2. Ir. Firmansyah Burlian, M.T
NIP.19561227198811101


(.....)

3. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197909272003121004


(.....)



Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP.19712251997021001

Pembimbing Skripsi,



Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP.19712251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Fajri

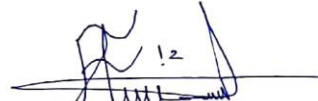
NIM : 03051381520045

Judul : Analisis Tegangan, Regangan, dan Perpindahan sasis *Light Rail Transit (LRT)*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik, apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2019



M Fajri
NIM. 03051381520045

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

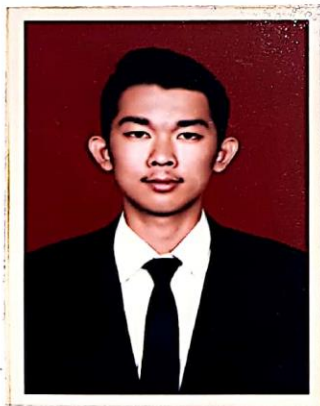
Nama : M Fajri

NIM : 03051381520045

Judul : Analisis Tegangan, Regangan, dan Perpindahan Sasis *Light Rail*
Transit (LRT)

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Juli 2019



M Fajri

NIM. 03051381520045

RINGKASAN

ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN PERPINDAHAN SASIS LIGHT RAIL TRANSIT (LRT).

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 6 Juli 2019

M Fajri; Dibimbing oleh Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D

STRESS, STRAIN, AND DISPLACEMENT ANALYSIS OF THE UNDERFRAME LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) .

xxviii + 42 halaman, 4 tabel, 27 gambar, >3 lampiran

RINGKASAN

Dalam menghadapi peningkatan jumlah masyarakat di perkotaan, perlu diimbangi juga dengan sistem pengangkutan massal yang bisa menghemat waktu dan mengurangi tingkat kemacetan. Oleh karena itu perusahaan perkereta apian di Indonesia membuat gebrakan baru di bidang mode pengangkutan massal, salah satu contoh dari itu ialah Light Rail Transit (LRT). LRT adalah transportasi darat yang dapat dijadikan pilihan bagi masyarakat perkotaan untuk berpergian dari satu tempat ketempat yang lainnya. Keunggulan menggunakan LRT selain biaya yang murah, juga dapat menghemat waktu perjalanan dikarenakan LRT memiliki jalur sendiri serta dapat mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi di perkotaan. Dalam satu trainset LRT terdiri dari dua motorcar (penggerak) dan satu trailer car (kereta tak berpenggerak). Konstruksi terpenting dari LRT ini sama dengan kereta pada umumnya, yang terletak pada konstruksi sasis. Oleh sebab itu penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan sasis LRT jika terkena beban ditinjau dari aspek tegangan, regangan, dan perpindahan dengan bantuan software berbasis metode elemen hingga (MEH). Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah Autodesk Inventor guna dapat mendesain serta mensimulasikan benda kerja yang telah di buat sesuai ukuran yang diketahui. Pada penelitian tugas akhir ini, desain yang dibuat sangat mendekati desain sebenarnya yaitu ukuran yang sesuai dengan hasil pengamatan langsung serta penggunaan jenis material yang sama dengan yang digunakan di sasis LRT (Alloy 6061). Hasil dari penelitian ini ditunjukkan bahwa nilai tegangan yang terjadi paling besar yaitu 56,85 MPa, nilai regangan yang terjadi paling besar

yaitu $6,813 \times 10^{-4}$, dan nilai perpindahan maksimum yaitu 29,62 mm yang terletak dibagian tengah konstruksi sasis. Berdasarkan nilai tegangan yang telah di ketahui, dapat di tarik kesimpulan bahwa konstruksi sasis *LRT* sangat aman karena masih dibawah nilai tegangan yang di ijinakan.

Kata kunci: Analisis, *Light Rail Transit (LRT)*, Sasis, Metode Elemen Hingga (MEH), Autodesk Inventor, Tegangan, Regangan, Perpindahan.

SUMMARY

STRESS, STRAIN, AND DISPLACEMENT ANALYSIS OF THE UNDERFRAME LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) .

Scientific Writing in the form of Thesis, July 6, 2019

M Fajri; Supervised by Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D

ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN PERPINDAHAN SASIS LIGHT RAIL TRANSIT (LRT).

xxviii + 42 pages, 4 tables, 27 images, >3 attachments

SUMMARY

In facing an increasing number of people in urban areas, it needs to be balanced with a mass transportation system that can save time and reduce congestion levels. Therefore, railroad companies in Indonesia made a new breakthrough in the field of mass transportation mode, one example of which is the Light Rail Transit (LRT). LRT is land transportation that can be used as an option for urban communities to travel from one place to another. The advantages of using LRT in addition to low cost, can also save travel time because LRT has its own track and can reduce the level of congestion that occurs in cities. In one trainset the LRT consists of two motorcars and one trailer car. The most important construction of the LRT is the same as the train in general, which is located on the chassis construction. Therefore, this final assignment aims to analyze the strength of the LRT chassis if it is exposed to loads in terms of stress, strain, and displacement with the help of finite element method (FEM) software. The software used in this research is Autodesk Inventor in order to be able to design and simulate workpieces that have been made according to known sizes. In this final project research, the design made is very close to the actual design which is the size that is in accordance with the results of direct observation and the use of the same type of material used in the LRT chassis (Alloy 6061). The results of this study show that the maximum stress value is 56.85 MPa, the maximum strain value is 6.813×10^{-4} , and the maximum displacement value is 29.62 mm which is located in the middle of the chassis construction. Based on the stress value that has been known, it can

be concluded that the LRT chassis construction is very safe because it is still below the allowable voltage value.

Keywords: Analysis, *Light Rail Transit (LRT)*, Chassis, Finite Element Method (FEM), Autodesk Inventor, Stress, Strain, Displacement.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “**ANALISIS TEGANGAN, REGANGAN DAN PERPINDAHAN SASIS *LIGHT RAIL TRANSIT (LRT)***”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Kedua Orang Tua Penulis Susanto dan Nurlaili yang selalu memberikan cinta, kasih sayang, dukungan moral dan materi serta doanya yang tulus membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
2. Saudara Penulis Firmanto yang telah membantu di berbagai aspek agar Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya serta selaku dosen pembimbing terusan yang telah membimbing, mendidik, memotivasi dan banyak memberikan sarana kepada penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
4. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Gustini, S.T, M.T selaku dosen pembimbing awalan yang telah membantu, membimbing, memotivasi, dan banyak memberikan masukan sampai penulis bisa menyelesaikan pada tahap proposal skripsi.
6. Bapak DR. IR. Hendri Chandra, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan

banyak memberikan motivasi, wawasan, dan ilmunya serta memberikan arahan kegiatan perkuliahan.

7. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membagikan ilmu Teknik Mesin
8. Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
9. Para pegawai PT. KAI yang lebih tepatnya bekerja di LRT yang sudah membantu dalam proses pengambilan data dilapangan.
10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015. Kita bagai roda yang terus berputar yang membuat lokomotif itu terus berjalan.
11. Keluarga, Sahabat, Pasangan dan Teman yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berkontribusi dalam dunia pendidikan dan industri pembuatan kereta agar lebih efisiensi dan murah dalam biaya perawatan.

Palembang, Juli 2019

M Fajri

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Pengesahan Agenda	v
Halaman Persetujuan	vii
Halaman Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pertanyaan Integritas.....	xi
Ringkasan	xiii
Summary	xv
Kata Pengantar	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar	xxiii
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Lampiran	xxvii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Pendahuluan	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.3 Konsep-konsep Tegangan, Regangan dan Perpindahan	8
2.3.1 Tegangan.....	8
2.3.2 Regangan.....	9
2.3.3 Perpindahan.....	10
2.4 Finite Element Method (FEM).....	10
2.5 Autodesk Inventor.....	11

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	13
3.2 Studi Literatur	14
3.3 Pengumpulan Data	14
3.4 Data Bahan dan Spesifikasi.....	14
3.5 Diagram Alir <i>Software</i>	15
3.6 Permodelan dengan <i>Solidwork</i> 2016 dan <i>Inventor</i> 2017	16
3.7 Waktu Penelitian	23
3.8 Hasil yang Diharapkan.....	24

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa dengan Simulasi	25
4.1.1 Permodelan Bebas.....	25
4.2 Kondisi Batas	26
4.3 Analisa Tegangan.....	26
4.4 Analisa Regangan	28
4.5 Analisa Perpindahan	29
4.6 Analisa Tegangan Von Mises	30
4.7 Pembahasan.....	31

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan33

5.2 Saran33

DAFTAR PUSTAKA..... xxvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Light Rail Transit (LRT)	7
Gambar 2.2 Sasis LRT	7
Gambar 2.3 Tegangan-tegangan Normal dan Geser pada Elemen	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 3.2 Sasis <i>LRT</i>	14
Gambar 3.3 Diagram Alir <i>Software</i>	16
Gambar 3.4 Tampilan Program <i>Solidwork</i> 2016.....	17
Gambar 3.5 <i>Sketch</i> dan ukuran sasis	17
Gambar 3.6 Ukuran Maskara sasis.....	18
Gambar 3.7 Geometri 3D sasis.....	18
Gambar 3.8 Geometri sasis di <i>Solidwork</i> 2016	19
Gambar 3.9 Menu <i>import file</i> pada program <i>Inventor</i>	19
Gambar 3.10 Pemilihan <i>file</i> yang akan di <i>import</i>	20
Gambar 3.11 Pilihan menu simulasi (<i>analysis</i>).....	20
Gambar 3.12 <i>Create Study</i>	21
Gambar 3.13 Pemilihan jenis material	21
Gambar 3.14 Penentuan titik beban	22
Gambar 3.15 Penentuan titik tumpuhan	22
Gambar 3.16 <i>Results</i>	23
Gambar 4.1 Permodelan bebas sasis <i>LRT</i>	25
Gambar 4.2 Kondisi Batas.....	26

Gambar 4.3 Tegangan Utama Pertama.....	26
Gambar 4.4 Tegangan Utama Ketiga	27
Gambar 4.5 Regangan Utama Pertama.....	28
Gambar 4.6 Regangan Utama Ketiga	29
Gambar 4.7 Perpindahan	29
Gambar 4.8 Tegangan Von Mises	30

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat Fisik Komposisi Kimia sasis <i>LRT</i> (Alloy 6061).....	15
Tabel 3.2 Sifat Mekanik Material sasis <i>LRT</i> (Alloy 6061)	15
Tabel 3.3 Jadwal Kegiatan Penelitian	23
Tabel 4.2 Hasil Tegangan <i>Von Mises</i>	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Foto Kegiatan.....	35
Lampiran B. Report hasil simulasi <i>Software AutoDesk Inventor</i>	37
Lampiran C. Surat izin pengambilan data lapangan.....	41

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kereta ialah transportasi massal yang banyak digunakan untuk bepergian dari satu daerah ke daerah lain. Kereta terbagi menjadi dua jenis, yaitu kereta berpengerak dan kereta tidak berpengerak. Kereta berpengerak merupakan kereta yang memiliki mesin penggerak sendiri (diesel atau motor listrik), sedangkan kereta yang tidak berpengerak adalah kereta yang ditarik dengan lokomotif .

Dalam kaitannya, produsen pembuat kereta api (PT. INKA) terus mengembangkan dan membuat solusi terpadu untuk transportasi kereta api di perkotaan, salah satu contohnya adalah *Light Rail Transit (LRT)* .

Light Rail Transit (LRT) merupakan transportasi kereta ringan yang bisa digunakan untuk masyarakat umum (massal). LRT terdiri dari satu trainset, satu trainset terdiri dari tiga kereta yaitu dua motor car (pengerak) dan satu trailercar (tidak berpengerak).

Dalam 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 sasis (*underframe*), *end wall*, *front wal*, *side wall*, *roof* dan maskara. Sasis pada kereta ialah bagian terpenting dari konstruksi kereta api, yang ditempatkan oleh badan kereta api beserta beban yang diangkut sehingga sasis tersebut harus cukup kuat menanggung beban maksimum yang telah ditetapkan.

Dalam kaitannya dengan hal tersebut , analisis kekuatan pada sasis *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 berkerja pada konstruksi tersebut. Untuk mengetahui

pendistribusian seperti tegangan, regangan dan perpindahan maupun akibatnya maka digunakan *software AUTODESK INVENTOR 2017*.

Dalam analisis kali ini, penulis mengangkat bahasan untuk mengukur kekuatan dan kelayakan kontruksi sasis *LRT* dengan judul “**Analisis Tegangan, Regangan, Dan Perpindahan Sasis *Light Rail Transit (LRT)***”

1.2 Rumusan Masalah

Disimpulkan dari latar belakang yang sudah dijelaskan, maka permasalahan yang akan di bahas dalam analisis ini yaitu untuk mengetahui tegangan, regangan, serta perpindahan di sepanjang sasis kereta yang digunakan di *Light Rail Transit (LRT)* menggunakan software berbasis FEM.

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi pelebaran permasalahan, maka pada penelitian ini masalah akan di batasi sebagai berikut:

1. Material yang dianalisis pada sasis adalah material yang sesungguhnya di pakai di *LRT*.
2. Spesifikasi material sasis dan informasi ukuran didapatkan sesuai studi literatur.
3. Analisis tegangan, regangan dan perpindahan menggunakan bantuan *software AUTODESK INVENTOR 2017*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Dapat menganalisis dan memahami distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan yang terjadi pada sasis *LRT* pada saat beroperasi, dengan menggunakan *software* berbasis *Finite Element Method (FEM)*
2. Dapat mengetahui titik kritis yang terdapat pada kontruksi sasis *LRT*.

3. Dapat mengetahui pengaruh akibat adanya tegangan, regangan, dan perpindahan di sepanjang sasis *LRT*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Memahami pengaruh gaya operasi terhadap distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan yang terjadi pada sasis *LRT*. Karena pada dasarnya daerah yang mengalami kelebihan tegangan, regangan, ataupun perpindahan yang sangat besar akan berakibat adanya masalah pada struktur tersebut.
2. Mampu memberikan pengetahuan tentang distribusi tegangan, regangan, dan perpindahan yang terjadi pada sasis *LRT*, agar bermanfaat di kemudian hari untuk meminimalisir kerusakan pada struktur tersebut dan mengurangi biaya perbaikan.
3. Bentuk kontribusi untuk perkembangan ilmu di teknik mesin Universitas Sriwijaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal dan Rama, B.R., 2007. Analisa Distribusi Tegangan Dan Defleksi Connecting Rod Sepeda Motor 100 Cc Menggunakan Metode Elemen 1–42.
- Dapas, S.O., 2011. Analisis Struktur Rangka Batang 1, 156–160.
- S. Rao, S. 2011. *Finite Element Method Engineering*, Burlington, Elsevier Inc.
- Satrijo, D. dan Prashasto, T. 2007. Analisis Kekuatan Under Frame Kereta Barang Menggunakan Metode Elemen Hingga.
- Satrijo, D. dan Luthfan Praditha, E. Desain dan Analisa Gerbong Kereta Api Pengangkut Batu Ballast dengan Metode Elemen Hingga.
- Sutikno, E., 2011. Analisis Tegangan Akibat Pembebanan Statis Pada Desain Carbody Tec Railbus Dengan Metode Elemen Hingga 2, 65–81.
- Spot, MF. 1985. *Finite Element Method*, Printice Hall of India Privated Limited.
- Timoshenko, S. dan Van Nostrand, D. 1955. *Elementry Theory and Problems*.
- Tri Hardianto, R., Wahyudi dan Aditya P, D. 2016. *Analisis Kekuatan Kontruksi Underframe pada Prototype Light Rail Transit*.
- Young, W.C., and Budynas, R.G., 2002. Young, Budynas - Unknown - Roark 's Formulas for Stress and Strain.pdf.