

TUGAS AKHIR
PERHITUNGAN KEKUATAN RANGKA KURSI PENUMPANG BUS
MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS*
DENGAN STANDAR *UNECE R80*

"Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Terapan"



Disusun oleh:

MOH.AZKA HABIBI ROHMAN

19.02.0296

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2023

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERHITUNGAN KEKUATAN RANGKA KURSI PENUMPANG BUS
MENGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS*
DENGAN STANDAR *UNECE R80***

*(STRENGTH CALCULATION OF BUS PASSENGER SEAT FRAMES
USING FINITE ELEMENT ANALYSIS
WITH UNECE R80 STANDARD)*

disusun oleh :

**MOH.AZKA HABIBI ROHMAN
19.02.0296**

Telah disetujui oleh:

Pembimbing



**Ethys Pranoto ,S.T., M.T
NIP.19800602 200912 1 001**

Tanggal: 14 Juli 2023

HALAMAN PENGESAHAN

PERHITUNGAN KEKUATAN RANGKA KURSI PENUMPANG BUS MENGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* DENGAN STANDAR *UNECE R80*

(*STRENGTH CALCULATION OF BUS PASSENGER SEAT FRAMES
USING FINITE ELEMENT ANALYSIS
WITH UNECE R80 STANDARD*)

disusun oleh :

MOH.AZKA HABIBI ROHMAN
19.02.0296

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal: 24 Juli 2023

Ketua Sidang

Tanda Tangan

Ethys Pranoto, S.T., M.T
NIP. 19800602 200912 1 001



Penguji 1

Tanda Tangan

Faris Humami, M.Eng
NIP. 19901110 201902 1 002



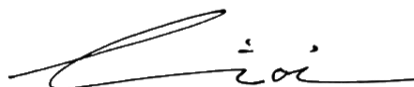
Penguji 2

Tanda Tangan

Srianto, S.Si., M.Sc
NIP. 19870705 201902 1 003



Mengetahui ,
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomotif



Faris Humami, M.Eng
NIP. 19901110 201902 1 002

HALAMANAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MOH.AZKA HABIBI ROHMAN

Notar : 19.02.0296

Program Studi : DIV -TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul " PERHITUNGAN KEKUATAN RANGKA KURSI PENUMPANG BUS MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* DENGAN STANDAR *UNECE R80* " ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila Tugas Akhir ini dikemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan atau sanksi hukum yang berlaku.

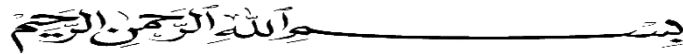
Tegal, 24 Juli 2023

Yang menyatakan,



MOH.AZKA HABIB ROHMAN

HALAMAN PERSEMBAHAN



MOTTO

"Lakukan yang kita bisa, setelahnya serahkan kepada Tuhan"

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim syukur alhamdulillah, segala puji bagi Allah atas segala nikmat, Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan keadaan lancar dan baik. Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk orang-orang yang berarti dalam perjalanan hidup penulis.

1. Abah dan Ibu yang menjadi madrasah pertama dalam hidup, yang telah menyayangi, mendidik, dan mengiringi setiap langkah penulis dalam keadaan apapun, memfasilitasi segala kebutuhan, serta selalu memberi dukungan dan doa terbaik tanpa henti.
2. Adik, saudara dan keluarga yang selalu mendukung, memberi semangat dan mendoakan.
3. Dosen perwalian, dosen pembimbing skripsi, segenap dosen dan civitas akademik Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ) yang telah mengiringi perjalanan penulis selama pendidikan.
4. Teman-teman Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ) yang telah menemani perjalanan selama pendidikan.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun skripsi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kelancaran serta kekuatan sehingga penyusunan Tugas Akhir yang berjudul "**PERHITUNGAN KEKUATAN RANGKA KURSI PENUMPANG BUS MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT ANALYSIS* DENGAN STANDAR UNECE R80**" dapat diselesaikan dengan baik. Sehubungan dengan itu, Penulisan mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak I Made Suartika, A.TD., M.Eng., Sc selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan.
2. Bapak Faris Humami, S.Pd., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Diploma DIV Teknologi Rekayasa Otomotif.
3. Bapak Ethys Pranoto ,S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan dan saran yang sangat berarti selama bimbingan.
4. Kedua orang tua dan adik yang selalu memberikan doa restu dan semangat.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik keselamatan Otomotif Politeknik Keselamatan Transportasi jalan atas ilmu yang telah diberikan dan diajarkan selama menempuh pendidikan.

Akhirnya dengan kerendahan hati penulis berharap adanya masukan yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir.

Tegal, 24 Juli 2023

Penulis,



Moh.Azka Habibi Rohman

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMANAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang Masalah	1
I.2 Rumusan Masalah	5
I.3 Batasan Masalah	5
I.4 Tujuan	6
I.5 Manfaat	6
I.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
II.1 Kursi Penumpang Bus	8
II.2 <i>UNECE R80</i>	10
II.3 <i>Finite Element Analysis</i>	14
II.4 Bahan Rangka Kursi	21
II.5 Metode Elemen Hingga	24
II.6 Software Solidworks.....	28
II.7 Software Ansys.....	29
II.8 Penelitian Relevan	31
BAB III METODE PENELITIAN	46
III.1 Tempat Penelitian.....	46
III.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	46
III.3 Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data.....	49
III.4 Desain Pengujian.....	49

III.5 Perhitungan Kekuatan Rangka Kursi Penumpang Bus.....	51
III.6 Diagram Alir Penelitian.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	56
IV.1 Spesifikasi Rangka Kursi Penumpang Bus.....	56
1. Dimensi Rangka Kursi Penumpang Bus yang dianalisa.	56
2. Pemodelan Rangka Kursi Penumpang Bus pada Solidwork. ...	58
IV.2 Simulasi Pengujian Rangka Kursi Penumpang Bus.....	63
1. <i>Ansys Pre-Preparation</i>	63
2. Pemodelan Pembebanan.....	71
IV.3 Hasil Simulasi dan Pembahasan.....	76
a. Deformasi.....	76
b. <i>Von Mises Stress</i>	78
c. <i>Bolt Penetration</i>	80
d. Perhitungan Defleksi Dengan <i>Cantilever Beam</i> :.....	81
BAB V PENUTUP	84
V.1 KESIMPULAN	84
V.2 SARAN	85
DAFTAR PUSTAKA	86
Lampiran.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1	Grafik jumlah kasus kecelakaan lalu lintas darat.....	2
Gambar I. 2	Grafik kecelakaan berdasarkan jenis kendaraan	2
Gambar I. 3	Kecelakaan Bus di Cikidang Sukabumi.....	3
Gambar I. 4	Kursi terlepas dari lantai	3
Gambar I. 5	Kursi bus terlepas dan terlempar ke depan.....	4
Gambar I. 6	Sandaran kursi patah dan pengikat relnya rusak serta terlepas	4
Gambar II. 1	Kursi penumpang bus	8
Gambar II.2	Rangka chasis kursi	9
Gambar II. 3	Dimensi batang penekan (dalam satuan mm)	11
Gambar II. 4	Pemodelan gaya dorong dan pemberian pretension pada baut .	12
Gambar II. 5	Contoh aplikasi Finite Element Analysis.....	14
Gambar II. 6	Balok sebelum terjadi deformasi	15
Gambar II. 7	Balok dalam konfigurasi terdeformasi.....	15
Gambar II. 8	Enam komponen tegangan.....	17
Gambar II. 9	Kurva tegangan-regangan.....	18
Gambar II. 10	Dua matriks desain dasar dalam analisis struktural	18
Gambar II. 11	Beban kantilever terpusat tidak pada ujung bebas.....	20
Gambar II. 12	Elemen bersumbu aksial sejajar dengan sumbu x.....	25
Gambar II. 13	Gaya Internal pada elemen	26
Gambar III. 1	Lokasi Penelitian PT. Mekar Armada Jaya	46
Gambar III. 2	Desain Pengujian	49
Gambar III. 3	Gambar Batang Penekan Tampak Belakang pada sandaran	50
Gambar III. 4	Pemberian gaya pretension pada baut kursi	51
Gambar III. 5	Diagram Alir Penelitian	53
Gambar IV. 1	Rangka sandaran	56
Gambar IV. 2	Rangka kursi penumpang Bus.	56
Gambar IV. 3	Dimensi Rangka Kursi Penumpang Bus	57
Gambar IV. 4	Desain Rangka kursi Penumpang Bus dengan Solidwork 2020. .	58
Gambar IV. 5	Komponen Rangka Kursi Penumpang Bus	59
Gambar IV. 6	Part Sandaran Kursi	60
Gambar IV. 7	Part Sandaran.....	60
Gambar IV. 8	Part Reclining	61

Gambar IV. 9	Gas spring/ reclining	61
Gambar IV. 10	Dudukan dan kaki rangka kursi.	62
Gambar IV. 11	Pemodelan Batang Penekan.....	62
Gambar IV. 12	Engineering Data STKM 11AH	64
Gambar IV. 13	Import Geometri Desain Rangka	65
Gambar IV. 14	Tampilan menu pada Ansys SpaceClaim.....	65
Gambar IV. 15	Hasil Mid surface dan Weldment	66
Gambar IV. 16	Batang penekan.....	66
Gambar IV. 17	Lantai kursi bus	67
Gambar IV. 18	Tampilan Model Ansys.....	68
Gambar IV. 19	Coordinate system	68
Gambar IV. 20	Tampilan details contacts	69
Gambar IV. 21	Tampilan details body Interaction.....	69
Gambar IV. 22	Hasil Kualitas Meshing dan Jumlah Elemen.....	70
Gambar IV. 23	Detail Meshing.....	71
Gambar IV. 24	Pembebanan yang akan diterima	72
Gambar IV. 25	Hasil desain level ketinggian H1 dan H2.....	73
Gambar IV. 26	Details of Analysis Setting	74
Gambar IV. 27	Rigid body force batang penekan H1	75
Gambar IV. 28	Rigid body force batang penekan H2	75
Gambar IV. 29	Deformasi kursi saat pembebanan statik.....	76
Gambar IV. 30	Hasil deformasi sandaran kursi.....	76
Gambar IV. 31	Grafik deformasi dalam waktu 0,2 detik	77
Gambar IV. 32	Hasil von mises stress	78
Gambar IV. 33	Nilai von mises stress bagian titik engsel.....	79
Gambar IV. 34	Grafik hasil tegangan rangka kursi.....	79
Gambar IV. 35	Hasil pengujian bolt penetration.....	80
Gambar IV. 36	Nilai maksimal von misses stress pada baut	80
Gambar IV. 37	Kantilever dengan beban terpusat tidak pada ujung bebas	81

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian Relevan	31
Tabel III. 1 Material Properties STKM 11 AH	47
Tabel III. 2 Material property Medium Carbon Steel.....	47
Tabel III. 3 Spesifikasi komputer 1.....	48
Tabel III. 4 Spesifikasi komputer 2.....	48
Tabel IV. 1 Detail dimensi rangka kursi.....	57
Tabel IV. 2 Sifat Material Batang Penekan dan Pengikat.....	64
Tabel IV. 3 <i>Orthogonal quality mesh metrics spectrum</i>	70

ABSTRAK

Karakteristik kursi bus diatur dalam Peraturan *UNECE R80* yang berisikan regulasi untuk penumpang bus khususnya untuk mengevaluasi kekuatan kursi penumpang dan ikatannya saat terjadi kecelakaan tabrakan arah depan. Pada penelitian ini, penulis melakukan penerapan standar keselamatan pada kursi penumpang bus dengan melakukan pemodelan simulasi pengujian rangka kursi penumpang bus yang mengacu pada standar peraturan *UNECE R80*, serta menganalisa kekuatannya. Pemodelan rangka kursi menggunakan *Computer Aided Engineering (CAE)*, material rangka kursi menggunakan baja dengan paduan jenis material STKM 11 AH. Pengujian dilakukan menggunakan software metode elemen hingga yang mengacu pada regulasi *UNECE R80* terkait prosedur uji statis terhadap kursi penumpang bus. Hasil penelitian diperoleh bahwa pemodelan rangka kursi penumpang bus terdiri dari beberapa komponen yang meliputi sandaran, part sandaran, reclining, kaki kursi, pengikat dan plat alas. Untuk hasil simulasi pengujian deformasi rangka kursi sandaran mengalami perpindahan horizontal kurang dari 100 mm dan kurang dari 50 mm, ketika ditekan dengan gaya F1 dan F2. Berdasarkan hasil simulasi pengujian diperoleh bahwa besar nilai *von mises* dari hasil simulasi pengujian yaitu tegangan maksimal lebih dari *yield strength* yang terletak pada bagian plat pengikat kursi, sehingga pengikat pada pemodelan tidak aman digunakan. Sementara terkait uji baut pengikat rangka kursi didapatkan nilai tegangan maksimal kurang *yield strength*, sehingga baut tersebut aman digunakan.

Kata Kunci: *Rangka Kursi Penumpang Bus, UNECE R80, Deformasi.*

ABSTRACT

The characteristics of bus seats are regulated in UNECE Regulation R80 which contains regulations for bus passengers, especially to evaluate the strength of passenger seats and their bonding during a forward collision accident. In this study, the author applied safety standards to bus passenger seats by modeling simulations of testing bus passenger seat frames referring to UNECE R80 regulatory standards, and analyzing their strength. Seat frame modeling using Computer Aided Engineering (CAE), chair frame material using steel with an alloy type of STKM 11 AH material. The test was carried out using finite element method software which refers to UNECE R80 regulation regarding static test procedures on bus passenger seats. The results of the study obtained that the modeling of the bus passenger seat frame consists of several components which include backrests, backrest parts, reclining, seat legs, fasteners and base plates. For simulation test results, the deformation of the seat frame backrest undergoes a horizontal perpindahan of less than 100 mm and less than 50 mm, when pressed with F1 and F2 forces. Based on the results of the test simulation, it was obtained that the large von mises value from the test simulation results was that the maximum voltage was more than the yield strength located on the seat fastening plate, so that the fastener in the modeling was not safe to use. Meanwhile, related to the seat frame fastening bolt test, the maximum tension value is less yield strength, so that the bolt is safe to use

Keywords: *Bus Passenger Seat Frame, UNECE R80, Deformation.*