

LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB
ANALISIS KEKUATAN PADA REL ROBOT UJI KOLONG
DENGAN FINITE ELEMENT METHOD

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar Ahli Madya pada
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif



Disusun oleh:
SHIFA DIVA ARDIANSAH
23031021

PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

LAPORAN KERTAS KERJA WAJIB
ANALISIS KEKUATAN PADA REL ROBOT UJI KOLONG
DENGAN FINITE ELEMENT METHOD

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif



Disusun oleh:
SHIFA DIVA ARDIANSAH
23031021

PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS KEKUATAN PADA REL ROBOT UJI KOLONG DENGAN FINITE ELEMENT METHOD

*(STRENGTH ANALYSIS OF A VEHICLE UNDERCARRIAGE TEST ROBOT RAIL
USING THE FINITE ELEMENT METHOD)*

disusun oleh:

SHIFA DIVA ARDIANSAH
23031021

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Helmi Wibowo, S.Pd., M.T.
NIP. 19900621 201902 1 001
Pembimbing 2

Tanggal 12 Juni 2026



Yogi Oktopianto, S.T., M.T.
NIP. 19911024 201902 1 002

Tanggal 12 Juni 2026

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KEKUATAN PADA REL ROBOT UJI KOLONG DENGAN FINITE ELEMENT ANALYSIS

*(STRENGTH ANALYSIS OF A VEHICLE UNDERCARRIAGE TEST ROBOT RAIL
USING THE FINITE ELEMENT METHOD)*

disusun oleh:

SHIFA DIVA ARDIANSAH

23031021

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 15 Juni 2026

Ketua Sidang

Tanda tangan

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M. T.

NIP. 19921009 201902 1 002

Penguji 1

Tanda tangan

Helmi Wibowo, S.Pd., M.T.

NIP. 19900621 201902 1 001

Penguji 2

Tanda tangan

R. Arief Novianto, M.Sc

NIP. 19741129 200664 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T.,

NIP. 19921009 201902 1 002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shifa Diva Ardiansah

Notar : 23031021

Program Studi : D-III Teknologi Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Kertas Kerja Wajib dengan judul ***"Analisis Kekuatan Rel Robot Uji Kolong dengan Finite Element Method"*** 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 laporan KKW ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan KKW ini di kemudian 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, 15 Juni 2026

Yang Menyatakan



Shifa Diva Ardiansah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Tuhan, kupersembahkan sebuah karya ini untuk yang kucintai dan kusayangi:

Kedua Orang Tua dan Kelurgaku

Terima kasih atas doa doa, kasih sayang, dukungan dan pengorbanan yang tidak pernah henti diberikan kepada saya. Semoga Allah SWT melimpahkan kesehatan, umur panjang, dan keberkahan.

Untuk semua bapak ibu dosen

Terima kasih atas ilmu yang diberikan selama mengajar di kampus PKTJ Tegal, terima kasih banyak atas dedikasi dan kesabaran bapak ibu selama ini, semoga Allah SWT melimpahkan kebaikan kepada bapak ibu dosen semuanya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta petunjuknya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kertas kerja wajib ini dengan baik dan tepat waktu.

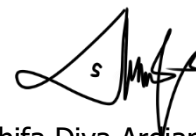
Proses penulisan kertas kerja wajib ini bukanlah tanpa rintangan, namun dengan izin-Nya serta upaya keras setiap hambatan dapat diatasi dengan bijak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bambang Istiyanto, S. SiT., M.T., selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
2. Bapak Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif;
3. Bapak Helmi Wibowo, S.Pd., selaku Dosen Pembimbing I;
4. Bapak Yogi Oktopianto, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing II;
5. Seluruh keluarga tercinta terutama Orang Tua;
6. Seluruh personil Lab R83 dan R101 dan pegawai BPLJSKB Bekasi;
7. Kakak-kakak alumni, senior dan rekan-rekan Taruna/i Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
8. Semua pihak yang telah membantu baik moril maupun materil didalam penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini.

Penulis menyadari bahwa laporan kertas kerja wajib ini mungkin masih memiliki kekurangan. Akhir kata, semoga kertas kerja wajib ini dapat memberikan manfaat serta menjadi langkah awal yang berarti dalam perjalanan kami. Terimakasih atas segala bantuan dan kesempatan berharga yang telah diberikan kepada kami.

Tegal, Juni 2026

Yang menyatakan,



Shifa Diva Ardiansah

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
INTISARI	xviii
ABSTRACK.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah.....	3
I.3. Batasan Masalah.....	3
I.4. Tujuan Penelitian.....	4
I.5. Manfaat Penelitian	4
I.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1. Penelitian Relevan	6
II.2. Pengujian Kendaraan Bermotor.....	9
II.3. Pengujian Kolong Kendaraan Bermotor	10
II.3.1. Pengujian Kolong Konvensional.....	11
II.3.2. Pengujian Kolong Robotik.....	12
II.4. Robot Uji Kolong	13
II.5. Material Rel Robot Uji Kolong.....	14
II.5.1. Aluminium	14
II.6. Analisis Beban Statis dan Dinamis	18
II.6.1. Beban Statis pada Struktur Mekanik	19
II.6.2. Beban Dinamis pada Sistem Mekanik Bergerak	19
II.7. Finite Element Method	20

II.8. <i>SolidWorks</i>	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
III.1. Lokasi Penelitian	23
III.1.1. Tempat Penelitian	23
III.1.2. Waktu Penelitian	23
III.2. Alat dan Bahan	23
III.3. Data Penelitian.....	26
III.4. Metode Pengumpulan Data	27
III.5. Perancangan Model dengan Software Solidworks.....	28
III.6. Tahapan Simulasi Solidworks.....	29
III.7. Diagram Alir Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
IV.1. Analisis Distribusi tegangan dan Deformasi.....	40
IV.1.1. Proses Pembuatan Desain Rel Robot Uji Kolong	40
IV.1.2. Simulasi Statis Desain Rel Robot Uji Kolong menggunakan Solidworks	42
IV.1.3. Pembebanan Rel Robot Uji Kolong.....	44
IV.1.4. Hasil Analisis Regangan (<i>Stress</i>).....	45
IV.1.5. Hasil Analisis Displacement	82
IV.1.6. Hasil Analisis Strain.....	115
IV.2. Membandingkan Hasil Analisis Lintasan Rel Robot Parsial Yang Diberikan Penyangga dan Sambungan dengan Lintasan Rel Robot Utuh.	144
IV.2.1. Stress.....	144
IV.2.2. Displacement.....	147
IV.2.3. Strain	149
IV.3. Menentukan Jumlah Siklus Beban Berulang yang dapat Ditahan Rel hingga Mencapai Kondisi Melengkung Berlebih atau Kegagalan Struktural (<i>Fatigue Failure</i>).....	152
IV.3.1. Simulasi <i>Fatigue Failure</i>	152
IV.3.2. Analisis Fatigue Damage Struktur Rel Robot Uji Kolong	154
IV.3.3. Analisis Life Rel Robot Uji Kolong	159
PENUTUP	165

IV.4. Kesimpulan	165
IV.5. Saran	166
DAFTAR PUSTAKA.....	169
LAMPIRAN	172

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Penelitian Relevan.....	6
Tabel II.2 Seri Aluminium	16
Tabel III.1 Waktu Penelitian	23
Tabel III.2 Tabel Mekanik Aluminium Ekstrusi.....	24
Tabel III.3 Spesifikasi Perangkat yang Digunakan	25
Tabel IV. 1 Hasil Regangan Rel 1 Meter.....	52
Tabel IV. 2 Hasil Regangan Rel 2 Meter.....	58
Tabel IV. 3 Hasil Regangan Rel 3 Meter.....	64
Tabel IV. 4 Hasil Regangan Rel 4 Meter.....	70
Tabel IV. 5 Hasil Regangan Rel 6 Meter.....	75
Tabel IV. 6 Hasil Regangan Rel 12 Meter.....	81
Tabel IV. 7 Hasil Deformasi Rel 1 Meter.....	87
Tabel IV. 8 Hasil Deformasi Rel 2 Meter.....	93
Tabel IV. 9 Hasil Deformasi Rel 3 Meter.....	98
Tabel IV. 10 Hasil Deformasi Rel 4 Meter.....	104
Tabel IV. 11 Hasil Deformasi Rel 6 Meter.....	108
Tabel IV. 12 Hasil Deformasi Rel 12 Meter.....	114
Tabel IV. 13 Hasil Regangan Rel 1 Meter.....	120
Tabel IV. 14 Hasil Regangan Rel 2 Meter.....	125
Tabel IV. 15 Hasil Regangan Rel 3 Meter.....	130
Tabel IV. 16 Hasil Regangan Rel 4 Meter.....	135
Tabel IV. 17 Hasil Regangan Rel 6 Meter.....	138
Tabel IV. 18 Hasil Regangan Rel 12 Meter.....	143
Tabel IV. 19 Parameter Operasi Robot Uji Kolong.....	154
Tabel IV. 20 Parameter Operasi Robot Uji Kolong.....	160
Tabel IV. 21 Hasil Analisis <i>Fatigue Life</i>	164

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Aluminium Extrusion Profile 2080 V-Slot	18
Gambar II.2 Struktur Aktual dan Model Elemen Hingga	20
Gambar III.1 Kampus 2 Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan	23
Gambar III.2 Robot Uji Kolong	24
Gambar III.3 Rel Robot Uji Kolong	24
Gambar III.4 Meteran.....	25
Gambar III.5 Laptop Asus VivoBook.....	25
Gambar III.6 Iphone 7+	26
Gambar III.7 Logo SolidWorks.....	26
Gambar III.8 Desain Rel Robot Uji Kolong	28
Gambar III.9 Part Rel Robot Uji Kolong, Connector Dan Penyangga	29
Gambar III.10 Perakitan	29
Gambar III.11 Hasil Pengujian Tegangan	30
Gambar III.12 Hasil Pengujian Regangan	31
Gambar III.13 Hasil Pengujian <i>Factor of Safety</i>	31
Gambar III.14 Pemodelan Finite Element Method.....	33
Gambar III.15 Macam <i>Mesh Element</i> pada <i>Finite Element Method</i> (Khawaja & Moatamedi, 2018).....	35
Gambar III.16 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar IV. 1 Tampilan Menu pada Solidworks.....	40
Gambar IV. 2 Desain Rel Robot Uji Kolong	40
Gambar IV. 3 Desain Penyangga	41
Gambar IV. 4 Desain <i>Connector</i>	41
Gambar IV. 5 Menu pada Solidworks	41
Gambar IV. 6 Menu Insert Component.....	41
Gambar IV. 7 Menu Mate.....	42
Gambar IV. 8 Desain Rel Robot Uji Kolong	42
Gambar IV. 9 Menu New Study	42
Gambar IV. 10 Tahap Awal Simulasi	42
Gambar IV. 11 Menu Fixtures	43
Gambar IV. 12 Tahap Fixtures	43
Gambar IV. 13 Tahap Pembebanan	44

Gambar IV. 14	Tahap Meshing.....	44
Gambar IV. 15	Tahap Simulasi.....	44
Gambar IV. 16	Pembebanan pada Rel Robot UjiKolong	45
Gambar IV. 17	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 1 Meter	46
Gambar IV. 18	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 1 Meter	47
Gambar IV. 19	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 1 Meter	47
Gambar IV. 20	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 1 Meter	48
Gambar IV. 21	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 1 Meter	48
Gambar IV. 22	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 1 Meter	49
Gambar IV. 23	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 1 Meter	50
Gambar IV. 24	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 1 Meter	50
Gambar IV. 25	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 1 Meter	51
Gambar IV. 26	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 2 Meter	52
Gambar IV. 27	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 2 Meter	53
Gambar IV. 28	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 2 Meter	53
Gambar IV. 29	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 2 Meter	54
Gambar IV. 30	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 2 Meter	55
Gambar IV. 31	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 2 Meter	55
Gambar IV. 32	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 2 Meter	56
Gambar IV. 33	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 2 Meter	57
Gambar IV. 34	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 2 Meter	57
Gambar IV. 35	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 3 Meter	58
Gambar IV. 36	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 3 Meter	59
Gambar IV. 37	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 3 Meter	60
Gambar IV. 38	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 3 Meter	60
Gambar IV. 39	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 3 Meter	61
Gambar IV. 40	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 3 Meter	62
Gambar IV. 41	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 3 Meter	62
Gambar IV. 42	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 3 Meter	63
Gambar IV. 43	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 3 Meter	64
Gambar IV. 44	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 4 Meter	65
Gambar IV. 45	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 4 Meter	65
Gambar IV. 46	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 4 Meter	66
Gambar IV. 47	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 4 Meter	67

Gambar IV. 48	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 4 Meter	67
Gambar IV. 49	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 4 Meter	68
Gambar IV. 50	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 4 Meter	69
Gambar IV. 51	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 4 Meter	69
Gambar IV. 52	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 4 Meter	70
Gambar IV. 53	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 6 Meter	71
Gambar IV. 54	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 6 Meter	72
Gambar IV. 55	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 6 Meter	72
Gambar IV. 56	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 6 Meter	73
Gambar IV. 57	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 6 Meter	74
Gambar IV. 58	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 6 Meter	74
Gambar IV. 59	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 12 Meter	75
Gambar IV. 60	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 12 Meter	76
Gambar IV. 61	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 12 Meter	77
Gambar IV. 62	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 12 Meter	77
Gambar IV. 63	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 12 Meter	78
Gambar IV. 64	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 12 Meter	79
Gambar IV. 65	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 12 Meter	79
Gambar IV. 66	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 12 Meter	80
Gambar IV. 67	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 12 Meter	81
Gambar IV. 68	Hasil Deformasi pada Titik 1 Rel 1 Meter	82
Gambar IV. 69	Hasil Deformasi pada Titik 2 Rel 1 Meter	83
Gambar IV. 70	Hasil Deformasi pada Titik 3 Rel 1 Meter	84
Gambar IV. 71	Hasil Deformasi pada Titik 4 Rel 1 Meter	84
Gambar IV. 72	Hasil Deformasi pada Titik 5 Rel 1 Meter	85
Gambar IV. 73	Hasil Deformasi pada Titik 6 Rel 1 Meter	85
Gambar IV. 74	Hasil Deformasi pada Titik 7 Rel 1 Meter	86
Gambar IV. 75	Hasil Deformasi pada Titik 8 Rel 1 Meter	86
Gambar IV. 76	Hasil Deformasi pada Titik 9 Rel 1 Meter	87
Gambar IV. 77	Hasil Deformasi pada Titik 1 Rel 2 Meter	88
Gambar IV. 78	Hasil Deformasi pada Titik 2 Rel 2 Meter	88
Gambar IV. 79	Hasil Deformasi pada Titik 3 Rel 2 Meter	89
Gambar IV. 80	Hasil Deformasi pada Titik 4 Rel 2 Meter	89
Gambar IV. 81	Hasil Deformasi pada Titik 5 Rel 2 Meter	90

Gambar IV. 82	Hasil Deformasi pada Titik 6 Rel 2 Meter	91
Gambar IV. 83	Hasil Deformasi pada Titik 7 Rel 2 Meter	91
Gambar IV. 84	Hasil Deformasi pada Titik 8 Rel 2 Meter	92
Gambar IV. 85	Hasil Deformasi pada Titik 9 Rel 2 Meter	92
Gambar IV. 86	Hasil Deformasi pada Titik 1 Rel 3 Meter	93
Gambar IV. 87	Hasil Deformasi pada Titik 2 Rel 3 Meter	94
Gambar IV. 88	Hasil Deformasi pada Titik 3 Rel 3 Meter	95
Gambar IV. 89	Hasil Deformasi pada Titik 4 Rel 3 Meter	95
Gambar IV. 90	Hasil Deformasi pada Titik 5 Rel 3 Meter	96
Gambar IV. 91	Hasil Deformasi pada Titik 6 Rel 3 Meter	96
Gambar IV. 92	Hasil Deformasi pada Titik 7 Rel 3 Meter	97
Gambar IV. 93	Hasil Deformasi pada Titik 8 Rel 3 Meter	97
Gambar IV. 94	Hasil Deformasi pada Titik 9 Rel 3 Meter	98
Gambar IV. 95	Hasil Deformasi pada Titik 1 Rel 4 Meter	99
Gambar IV. 96	Hasil Deformasi pada Titik 2 Rel 4 Meter	99
Gambar IV. 97	Hasil Deformasi pada Titik 3 Rel 4 Meter	100
Gambar IV. 98	Hasil Deformasi pada Titik 4 Rel 4 Meter	101
Gambar IV. 99	Hasil Deformasi pada Titik 5 Rel 4 Meter	101
Gambar IV. 100	Hasil Deformasi pada Titik 6 Rel 4 Meter	102
Gambar IV. 101	Hasil Deformasi pada Titik 7 Rel 4 Meter	102
Gambar IV. 102	Hasil Deformasi pada Titik 8 Rel 4 Meter	103
Gambar IV. 103	Hasil Deformasi pada Titik 9 Rel 4 Meter	104
Gambar IV. 104	Hasil Deformasi pada Titik 1 Rel 6 Meter	105
Gambar IV. 105	Hasil Deformasi pada Titik 2 Rel 6 Meter	105
Gambar IV. 106	Hasil Deformasi pada Titik 3 Rel 6 Meter	106
Gambar IV. 107	Hasil Deformasi pada Titik 4 Rel 6 Meter	106
Gambar IV. 108	Hasil Deformasi pada Titik 5 Rel 6 Meter	107
Gambar IV. 109	Hasil Deformasi pada Titik 6 Rel 6 Meter	108
Gambar IV. 110	Hasil Deformasi pada Titik 1 Rel 12 Meter	109
Gambar IV. 111	Hasil Deformasi pada Titik 2 Rel 12 Meter	109
Gambar IV. 112	Hasil Deformasi pada Titik 3 Rel 12 Meter	110
Gambar IV. 113	Hasil Deformasi pada Titik 4 Rel 12 Meter	111
Gambar IV. 114	Hasil Deformasi pada Titik 5 Rel 12 Meter	111
Gambar IV. 115	Hasil Deformasi pada Titik 6 Rel 12 Meter	112

Gambar IV. 116	Hasil Deformasi pada Titik 7 Rel 12 Meter	113
Gambar IV. 117	Hasil Deformasi pada Titik 8 Rel 12 Meter	113
Gambar IV. 118	Hasil Deformasi pada Titik 9 Rel 12 Meter	114
Gambar IV. 119	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 1 Meter	115
Gambar IV. 120	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 1 Meter	116
Gambar IV. 121	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 1 Meter	116
Gambar IV. 122	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 1 Meter	117
Gambar IV. 123	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 1 Meter	117
Gambar IV. 124	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 1 Meter	118
Gambar IV. 125	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 1 Meter	118
Gambar IV. 126	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 1 Meter	119
Gambar IV. 127	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 1 Meter	119
Gambar IV. 128	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 2 Meter	120
Gambar IV. 129	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 2 Meter	121
Gambar IV. 130	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 2 Meter	121
Gambar IV. 131	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 2 Meter	122
Gambar IV. 132	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 2 Meter	122
Gambar IV. 133	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 2 Meter	123
Gambar IV. 134	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 2 Meter	123
Gambar IV. 135	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 2 Meter	124
Gambar IV. 136	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 2 Meter	124
Gambar IV. 137	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 3 Meter	125
Gambar IV. 138	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 3 Meter	126
Gambar IV. 139	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 3 Meter	126
Gambar IV. 140	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 3 Meter	127
Gambar IV. 141	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 3 Meter	127
Gambar IV. 142	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 3 Meter	128
Gambar IV. 143	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 3 Meter	128
Gambar IV. 144	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 3 Meter	129
Gambar IV. 145	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 3 Meter	129
Gambar IV. 146	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 4 Meter	130
Gambar IV. 147	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 4 Meter	131
Gambar IV. 148	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 4 Meter	131
Gambar IV. 149	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 4 Meter	132

Gambar IV. 150	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 4 Meter	132
Gambar IV. 151	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 4 Meter	133
Gambar IV. 152	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 4 Meter	133
Gambar IV. 153	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 4 Meter	134
Gambar IV. 154	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 4 Meter	134
Gambar IV. 155	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 6 Meter	135
Gambar IV. 156	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 6 Meter	136
Gambar IV. 157	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 6 Meter	136
Gambar IV. 158	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 6 Meter	137
Gambar IV. 159	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 6 Meter	137
Gambar IV. 160	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 6 Meter	138
Gambar IV. 161	Hasil Regangan pada Titik 1 Rel 12 Meter	139
Gambar IV. 162	Hasil Regangan pada Titik 2 Rel 12 Meter	139
Gambar IV. 163	Hasil Regangan pada Titik 3 Rel 12 Meter	140
Gambar IV. 164	Hasil Regangan pada Titik 4 Rel 12 Meter	140
Gambar IV. 165	Hasil Regangan pada Titik 5 Rel 12 Meter	141
Gambar IV. 166	Hasil Regangan pada Titik 6 Rel 12 Meter	141
Gambar IV. 167	Hasil Regangan pada Titik 7 Rel 12 Meter	142
Gambar IV. 168	Hasil Regangan pada Titik 8 Rel 12 Meter	142
Gambar IV. 169	Hasil Regangan pada Titik 9 Rel 12 Meter	143
Gambar IV. 170	Grafik Tren Tegangan <i>Stress</i>	144
Gambar IV. 171	Grafik Perbandingan Tegangan Kritis Maksimum.....	145
Gambar IV. 172	Grafik Perbandingan <i>Safety Factor</i>	146
Gambar IV. 173	Grafik Tren URES Maksimum	147
Gambar IV. 174	Grafik Perbandingan Displacement Maksimum	148
Gambar IV. 175	Grafik Perbandingan Nilai REGANGAN EKIVALEN dengan Yield Strenght.....	149
Gambar IV. 176	Grafik Rasio Maksimum REGANGAN EKIVALEN terhadap <i>Yield Strain</i>	150
Gambar IV. 177	Memilih <i>Study Fatigue</i>	152
Gambar IV. 178	<i>Add Event</i>	153
Gambar IV. 179	Menginput Jumlah Siklus	153
Gambar IV. 180	Menambahkan <i>Fatigue Data</i>	153
Gambar IV. 181	Menjalankan Simulasi <i>Fatigue</i>	154

Gambar IV. 182	Hasil Analisis <i>Fatigue Damage</i> pada Rel 1 Meter	155
Gambar IV. 183	Hasil Analisis <i>Fatigue Damage</i> pada Rel 1 Meter	156
Gambar IV. 184	Hasil Analisis <i>Fatigue Damage</i> pada Rel 3 Meter	156
Gambar IV. 185	Hasil Analisis <i>Fatigue Damage</i> pada Rel 4 Meter	157
Gambar IV. 186	Hasil Analisis <i>Fatigue Damage</i> pada Rel 6 Meter	157
Gambar IV. 187	Hasil Analisis <i>Fatigue Damage</i> pada Rel 12 Meter	158
Gambar IV. 188	Hasil Analisis <i>Fatigue Life</i> pada Rel 1 Meter	160
Gambar IV. 189	Hasil Analisis <i>Fatigue Life</i> pada Rel 2 Meter	161
Gambar IV. 190	Hasil Analisis <i>Fatigue Life</i> pada Rel 3 Meter	162
Gambar IV. 191	Hasil Analisis <i>Fatigue Life</i> pada Rel 4 Meter	162
Gambar IV. 192	Hasil Analisis <i>Fatigue Life</i> pada Rel 6 Meter	163
Gambar IV. 193	Hasil Analisis <i>Fatigue Life</i> pada Rel 12 Meter	163

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Sifat Material Aluminium Profile 6063 T5.....	172
Lampiran 2	Data Sifat Material dan <i>S-N Curves</i> pada SolidWorks	175
Lampiran 3	Berat Robot Uji Kolong	175

INTISARI

Proses pengujian kolong kendaraan bermotor secara konvensional masih dilakukan secara manual, sehingga berisiko terhadap keselamatan dan kenyamanan kerja petugas penguji. Robot uji kolong dikembangkan sebagai solusi otomatisasi proses inspeksi, dengan rel sebagai komponen utama jalur pergerakan robot. Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan rel robot uji kolong menggunakan metode *Finite Element Method* (FEM) berbasis SolidWorks Simulation, pada enam variasi panjang rel (1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 6 m, dan 12 m). Material rel menggunakan profil aluminium V-Slot 2080 Al 6063-T5 ($\sigma_Y = 145$ MPa), sedangkan penyangga dan konektor menggunakan baja AISI 1020 *Cold Rolled*, dengan beban 59,35 N merepresentasikan berat robot 6,05 kg.

Hasil analisis menunjukkan tegangan, deformasi, dan regangan maksimum terjadi pada titik pembebanan di tengah bentang, sedangkan titik di atas tumpuan menunjukkan nilai terendah, konsisten dengan perilaku balok sederhana. Tegangan von Mises maksimum meningkat dari 3,737 MPa (1 m) hingga 60,946 MPa (12 m), seluruhnya masih di bawah kekuatan luluh material, dengan *safety factor* menurun dari 94,37 menjadi 2,38. Pada analisis defleksi, konfigurasi 1–4 m memenuhi kriteria, sedangkan rel 6 m dan 12 m melampaui batas izin sebesar $2,1\times$ dan $9,2\times$. Konfigurasi parsial dengan penyangga antar segmen terbukti lebih unggul mengendalikan defleksi dan tegangan dibandingkan bentang penuh. Analisis fatigue (*zero-based loading*, $R = 0$, 300 siklus) menunjukkan rel 1–6 m memiliki *damage* 0,000300% dengan *total life* mencapai batas saturasi 100.000.000 siklus, sedangkan rel 12 m menunjukkan *damage* maksimum 0,047340% ($158\times$ lebih besar) dengan *total life* minimum 633.710 siklus (8,09 tahun operasi).

Berdasarkan hasil tersebut, konfigurasi rel dengan panjang maksimum 4 m per bentang tanpa tumpuan perantara direkomendasikan sebagai konfigurasi optimal, karena memberikan keseimbangan terbaik antara keamanan struktural, *safety factor*, pemenuhan batas lendutan, dan umur fatigue yang panjang.

Kata kunci: rel robot uji kolong, *Finite Element Method*, SolidWorks Simulation, *stress*, *displacement*, *strain*, *safety factor*, defleksi, *fatigue*

ABSTRACT

Conventional under-vehicle inspection is still performed manually, posing safety and ergonomic risks to inspection personnel. An automated undercarriage inspection robot was developed as a solution, with a rail system serving as the main guide track for the robot's movement. This study aims to analyze the structural strength of the undercarriage inspection robot rail using the Finite Element Method (FEM) based on SolidWorks Simulation, across six rail length configurations (1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 6 m, and 12 m). The rail material used is V-Slot 2080 aluminum alloy Al 6063-T5 ($\sigma_y = 145$ MPa), while the support and connector components use AISI 1020 cold-rolled steel, with an applied load of 59.35 N representing the 6.05 kg weight of the robot.

The results show that the maximum stress, deformation, and strain occur at the loading points located at mid-span, while the points above the supports show the lowest values, consistent with simple beam behavior. The maximum von Mises stress increases from 3.737 MPa (1 m) to 60.946 MPa (12 m), all remaining below the material's yield strength, with the safety factor decreasing from 94.37 to 2.38. In the deflection analysis, the 1–4 m configurations satisfy the criterion, while the 6 m and 12 m rails exceed the allowable limit by 2.1× and 9.2×, respectively. The segmented configuration with intermediate supports proved superior in controlling deflection and stress compared to the full-span configuration. Fatigue analysis using zero-based loading ($R = 0$, 300 cycles) shows that the 1–6 m rails exhibit a damage of 0.000300% with total life reaching the simulation saturation limit of 100,000,000 cycles, whereas the 12 m rail shows a maximum damage of 0.047340% (158× higher) with a minimum total life of 633,710 cycles (8.09 years of operation).

Based on these results, a rail configuration with a maximum span of 4 m without intermediate supports is recommended as the optimal configuration, as it provides the best balance between structural safety, safety factor, deflection compliance, and fatigue life.

Keywords: undercarriage inspection robot rail, Finite Element Method, SolidWorks Simulation, stress, displacement, strain, safety factor, deflection, fatigue