

**DESAIN DAN ANALISIS UJI KEKUATAN DENGAN METODE
FINITE ELEMENT ANALYSIS PADA RANJANG PASIEN
ANAK SAAT PRA-OPERASI DI RUMAH SAKIT**



SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik pada Program Studi Mekatronika dan Kecerdasan Buatan

Oleh:

Alimudinsyah Alrasyid

NIM 2100044

**PROGRAM STUDI MEKATRONIKA DAN KECERDASAN BUATAN
KAMPUS UPI DI PURWAKARTA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
TAHUN 2025**

**DESAIN DAN ANALISIS UJI KEKUATAN DENGAN METODE
FINITE ELEMENT ANALYSIS PADA RANJANG PASIEN
ANAK SAAT PRA-OPERASI DI RUMAH SAKIT**

Oleh

Alimudinsyah Alrasyid

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Mekatronika dan Kecerdasan Buatan

© Alimudinsyah Alrasyid 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

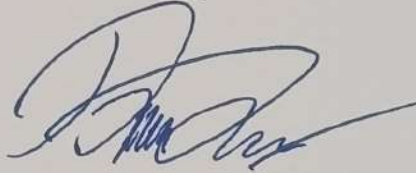
LEMBAR PENGESAHAN

Alimudinsyah Alrasyid

DESAIN DAN ANALISIS UJI KEKUATAN DENGAN METODE FINITE ELEMENT ANALYSIS PADA RANJANG PASIEN ANAK SAAT PRA-OPERASI DI RUMAH SAKIT

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

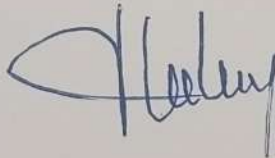
Pembimbing I



Muhammad Rizalul Wahid, S.Si., M.T.

NIP. 920210919940401101

Pembimbing II

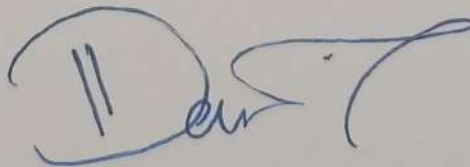


Diky Zakaria, S.Pd., M.T.

NIP. 920211019931203101

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Mekatronika dan Kecerdasan Buatan



Dewi Indriati Hadi Putri, S.Pd., M.T.

NIP. 920190219900126201

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alimudinsyah Alrasyid

NIM : 2100044

Program Studi : Mekatronika dan Kecerdasan Buatan

Judul Karya : DESAIN DAN ANALISIS UJI KEKUATAN DENGAN
METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* PADA RANJANG PASIEN ANAK
SAAT PRA-OPERASI DI RUMAH SAKIT

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Purwakarta, 24 Juli 2025



Alimudinsyah Alrasyid

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, kasih sayang, serta kekuatan yang telah diberikan hingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala keterbatasan yang dimiliki, Allah tetap memberikan pundak yang lemah ini kekuatan untuk memikul tantangan yang besar. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Perjalanan menyusun skripsi ini bukanlah perjalanan yang mudah. Ada banyak momen ketika langkah ini terasa berat, hingga nyaris berhenti. Namun di tengah keterbatasan dan jatuh bangun yang dialami, selalu ada cahaya dari doa, dukungan, dan dorongan dari orang-orang yang luar biasa. Maka dari itu, skripsi ini bukan hanya tentang pemenuhan syarat akademik, tetapi juga bukti dari perjuangan, tekad, dan ketulusan yang tertuang dalam setiap lembarannya.

Skripsi ini lebih dari sekadar karya tulis, skripsi ini adalah refleksi perjalanan panjang yang penuh makna tentang tumbuh, bertahan, dan berdedikasi. Semoga apa yang tertulis di dalamnya dapat memberikan manfaat serta menjadi bagian dari kontribusi bagi ilmu pengetahuan dan dunia yang lebih baik.

Dalam penulisan laporan penelitian skripsi ini, penulis merasakan berbagai hambatan dan rintangan. Namun, atas bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas karunia, rahmat serta hidayah sehingga penulis memudahkan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Ibu tercinta Atik Kusmiati yang selalu berdoa tanpa lelah disetiap sholatnya agar penulis memudahkan dalam segala urusannya dan berjuang tiada lelah bekerja untuk masa depan dan cita-cita penulis.
3. Ibu Dewi Indriati Hadi Putri, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Mekatronika dan Kecerdasan Buatan dan dosen wali penulis.

4. Bapak Muhammad Rizalul Wahid, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nasehat kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Diky Zakaria, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nasehat kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak/ Ibu Dosen Mekatronika dan Kecerdasan buatan yang senantiasa mengajar dan membagikan ilmunya kepada seluruh mahasiswanya.
7. Bapak Bambang Wahono, M.Eng., Ph.D. dan seluruh civitas Organisasi Riset Mekatronika Cerdas (ORMC) Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah mendukung penulis yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nasehat kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman-teman Mekatronika dan Kecerdasan Buatan, yang senantiasa memberikan support dan semangat pada penulis.
9. Seluruh Rekan dari Formatur MKB, BEM UPI Purwakarta 2023 Kabinet Rantai Aksi, DPM REMA UPI 2023 Parlemen Kyoudan, Formatur DPM REMA UPI 23/24, dan DPM REMA UPI 2024 Parlemen Bangkit, yang telah memberikan banyak pengalaman dan pembelajaran kepada penulis semasa kuliah.
10. Anak-anak hebat dari Sektor 2 Batak, *Team 6 Potentiometer*, Sektor 2 Merak, Regu 2 *Bravo*, dan Regu 9 *Flying Eagle* yang membuat penulis lebih banyak belajar dibanding penulis mengajarkan mereka.
11. Widya Sari Rohmawati yang selalu berada disisi penulis untuk membantu, menguatkan, dan menemani penulis.
12. Serta, semua yang mendukung dan memberikan semangat kepada penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Purwakarta, Juni 2025

Penulis

**DESAIN DAN ANALISIS UJI KEKUATAN DENGAN METODE
FINITE ELEMENT ANALYSIS PADA RANJANG PASIEN
ANAK SAAT PRA-OPERASI DI RUMAH SAKIT**

Alimudinsyah Alrasyid (2100044)

ABSTRAK

Kecemasan menjadi salah satu perhatian serius di balik perawatan pra-operasi di rumah sakit. Kecemasan memiliki banyak dampak seperti penurunan kekebalan tubuh pasien, peningkatan rasa sakit dan trauma. Ranjang listrik otonom menjadi solusi inovatif dalam mengurangi dampak kecemasan pasien anak. Konsep ini menggunakan empat roda penggerak motor servo AGV untuk bermanuver di rumah sakit. Desain dibuat dengan ukuran yang sesuai dengan antropometri pasien anak dan mengedepankan faktor kekuatan dan keamanan. Rangka diharapkan mampu menahan tabrakan dan beberapa peralatan besar seperti alat medis, kelistrikan, dan pasien anak itu sendiri. Tiga bahan digunakan untuk setiap komponen, Aluminium 6063-T6 digunakan untuk bahan utama rangka dan pendukung komponen, AISI 1020 sebagai bahan alternatif untuk rangka utama, dan *E-Glass Fiber* untuk bahan bodi. Seluruh desain dibuat dan dites menggunakan CAD CAE *software* (Solidworks). Seluruh pengetesan diuji menggunakan metode *finite element analysis*. Tiga jenis tes digunakan untuk menguji kekuatan dari rangka ranjang listrik otonom yaitu uji stres, uji lelah dan uji tabrak. Berdasarkan hasil simulasi, Hasil uji stres menunjukkan nilai *factor of safety* di rentang nilai 5-10, hasil uji lelah yang bisa mencapai 10 juta siklus atau fenomena *endurance strength*, dan hasil uji tabrak dengan deformasi merata di 0,450 mm. Menyimpulkan ranjang listrik sesuai dengan antropometri dari pasien anak dan rangka lolos uji kekuatan.

Kata Kunci: Ranjang Pasien, Pasien Anak, Antropometri, Finite Element Analysis, Solidworks, Analisis Uji Stres, Analisis Uji Lelah, Analisis Uji Tabrak.

**DESIGN AND STRENGTH TEST ANALYSIS USING FINITE
ELEMENT ANALYSIS METHOD FOR PEDIATRIC PATIENT
BED DURING PRE-OPERATIVE CARE IN HOSPITAL**

Alimudinsyah Alrasyid (2100044)

ABSTRACT

Anxiety become one of the serious attentions behind pre-operative care in hospital. Anxiety has a lot of impact such as decreasing patient immunity, increasing pain feeling and trauma. So autonomous electric bed becomes innovative solution to reducing pediatric patient anxiety impact. This concept is four wheels of AGV servo motor drive kit for maneuvering in hospital. Design with the appropriate size for the anthropometry of pediatric patient and prioritizing safety and strength factor. Chassis expected to be able withstand for crash impact and a few major equipment such as medical support, electrical support, and pediatric itself. Three materials were conducted to use in each part, Aluminium 6063-T6 is using for main material of chassis and support component, AISI 1020 for alternative material for main chassis, and E-Glass Fiber for body material. The entire design created and tested in CAD CAE software (Solidworks). All the test conducted using finite element analysis method. Three types of tests were conducted to test the strength of autonomous electric bed chassis namely stress test, fatigue test and crash test. Based on simulation, stress test resulting factor of safety score in range 5-10, fatigue test can reach total life untul 10 million cycles or endurance strength phenomenom, and crash test resulting deformation in average 0,450mm. Make it conclude the autonomous electric bed suitable with pediatric patient anthropometry, and passed all strength test.

Keywords: *Hospital Bed, Pediatric Patient, Anthropometry, Finite Element Analysis, Solidworks, Stress Test Analysis, Fatigue Test Analysis, Crash Test Analysis.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Ranjang Pasien.....	9
2.2 Antropometri.....	10
2.3 <i>Finite Element Analysis</i>	11
2.3.1 Tegangan dan Regangan.....	14
2.3.2 <i>Stress Test Analysis</i>	17
2.3.3 <i>Fatigue Test Analysis</i>	20
2.3.4 Momentum dan Impuls	21
2.3.5 Crash Test Analysis	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1 Metode Penelitian	24
3.2 Prosedur Penelitian	25
3.3 <i>H-Point</i>	26
3.3.1 <i>Product Planning & Research</i>	26
3.3.2 Functional Objective	27

3.3.3	<i>Design and Package Ideation</i>	30
3.3.4	<i>Benchmarking, Sizing and Proportions</i>	30
3.3.5	<i>Advanced Design Development</i>	31
3.4	<i>Finite Element Analysis</i>	31
3.4.1	<i>Define The Problem</i>	32
3.4.2	<i>Meshing</i>	33
3.4.3	<i>Solving</i>	33
3.4.4	Uji Validitas.....	34
3.5	Kesimpulan dan Saran	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1	Pengumpulan Data	36
4.1.1	Wawancara	36
4.2	Analisa Data	39
4.2.1	Analisis Material	39
4.2.2	Analisis Peralatan Medis	41
4.2.3	Analisis Sistem Manuver.....	44
4.2.4	Analisis Komponen Kelistrikan.....	45
4.2.5	Analisis Komponen Sistem Otonom	50
4.2.6	Analisis Jalur Kelistrikan dan Sistem Otonom	54
4.2.7	Antropometri	55
4.2.8	Analisa <i>Body Concept</i>	58
4.2.9	Analisa Warna	60
4.3	<i>Brief Design</i>	61
4.3.1	Peta Konsep.....	61
4.3.2	Sketsa Desain	62
4.4	Desain Model 3D	64
4.4.1	Rangka	64
4.4.2	Ranjang	65
4.4.3	Bodi.....	66
4.4.4	Tiang Infus	67
4.4.5	<i>Electrocardiograph</i>	68
4.4.6	Tangki Oksigen	68
4.4.7	Sistem Manuver	69

4.4.8	Bed Reclining.....	70
4.4.9	Lidar.....	71
4.4.10	Ultrasonik Sensor.....	72
4.4.11	<i>Emergency Button</i>	73
4.4.12	<i>Charging Port</i>	73
4.4.13	Baterai.....	74
4.4.14	Layar.....	75
4.4.15	<i>Controller Box</i>	76
4.4.16	Jalur Kelistrikan dan Sistem Otonom	77
4.4.17	<i>Steering Wheel</i>	78
4.4.18	Pintu Tangki Oksigen	79
4.4.19	Pintu Pasien.....	80
4.4.20	Warna Alternatif.....	80
4.4.21	Desain Final	81
4.4.22	Gambar Teknik.....	86
4.5	<i>Finite Element Analysis</i>	91
4.5.1	<i>Parts Material</i>	91
4.5.2	<i>Fixtures and External Loads (For Stress Test Analysis)</i>	92
4.5.3	<i>Add Event (For Fatigue Test Analysis)</i>	94
4.5.4	<i>Setup (For Crash Test Analysis)</i>	95
4.5.5	<i>Meshing</i>	96
4.5.6	<i>Stress Test Analysis</i>	99
4.5.7	<i>Fatigue Test Analysis</i>	109
4.5.8	<i>Crash Test Analysis</i>	115
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	122
5.1	Kesimpulan.....	122
5.2	Saran.....	123
	DAFTAR PUSTAKA.....	124
	DAFTAR LAMPIRAN	127
	RIWAYAT HIDUP PENULIS	140

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar pertanyaan untuk narasumber.....	28
Tabel 4.1 Jawaban hasil wawancara dengan narasumber.....	36
Tabel 4.2 Spesifikasi dari material bodi yang akan digunakan (Sumber: <i>Solidworks</i>).	41
Tabel 4.3 Spesifikasi NEO ECG T180 (Sumber: lepumedical.com).	42
Tabel 4.4 Spesifikasi Green Power TQ-12100 (Sumber: alibaba.com).	45
Tabel 4.5 Spesifikasi Yousheng YS210-750W24V-HS-27 (Sumber: alibaba.com).	46
Tabel 4.6 Spesifikasi Nextion NX4832K035 (Sumber: nextion.tech).	47
Tabel 4.7 Spesifikasi SMC LEY25A-100 (Sumber: smcpneumatics.com).	49
Tabel 4.8 Spesifikasi Jetson AGX Orin 64 GB (Sumber: nvidia.com).	50
Tabel 4.9 Spesifikasi Garmin LiDAR <i>Lite</i> V3 (Sumber: static.garmin.com).	52
Tabel 4.10 Spesifikasi Sensor Ultrasonik JSN-SR04T (Sumber: manorshi.com).	53
Tabel 4.11 Hasil pengukuran antropometri.	57
Tabel 4.12 Spesifikasi dari material rangka yang akan digunakan (Sumber: <i>Solidworks</i>).	91
Tabel 4.13 Estimasi massa.	93
Tabel 4.14 <i>Mesh parameter information</i>	96
Tabel 4.15 <i>Mesh result information</i>	97
Tabel 4.16 Hasil simulasi pada <i>stress test analysis</i>	101
Tabel 4.17 Hasil simulasi pada <i>fatigue test analysis</i>	111
Tabel 4.18 Hasil simulasi pada <i>crash test analysis</i>	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ruang inap ramah anak (Sumber: geotimes.co.id).	3
Gambar 1.2 Mobil listrik mainan (Sumber: tokopedia.com).	4
Gambar 2.1 Contoh proses <i>meshing</i> (Sumber: sparxeng.com).	12
Gambar 2.2 Derajat kebebasan pada batang 2D (Sumber: efficientengineer.com).	12
Gambar 2.3 Diagram tegangan dan regangan (Sumber: tsinfa.com).	16
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.	25
Gambar 3.2 Tahapan Metode <i>H-Point</i>	26
Gambar 3.3 Tahapan metode <i>finite element analysis</i>	31
Gambar 4.1 <i>Weldment profile</i> rangka yang akan digunakan.	40
Gambar 4.2 NEO ECG T180 (Sumber: lepumedical.com).	42
Gambar 4.3 <i>Caster wheel</i> pada ranjang rumah sakit (Sumber: satconmed.com).	44
Gambar 4.4 Contoh <i>autonomous ground vehicle</i> (Sumber: neffautomation.com).	44
Gambar 4.5 Baterai Green Power TQ-12100 (Sumber: alibaba.com).	45
Gambar 4.6 Yousheng YS210-750W24V-HS-27 (Sumber: alibaba.com).	46
Gambar 4.7 Nextion NX4832K035 (Sumber: nextion.tech).	47
Gambar 4.8 <i>Emergency stop</i> (Sumber: masso.com).	48
Gambar 4.9 SMC LEY25A-100 (Sumber: smcpneumatics.com).	49
Gambar 4.10 Jetson AGX Orin 64 GB (Sumber: nvidia.com).	50
Gambar 4.11 Garmin LiDAR <i>Lite V3</i> (Sumber: static.garmin.com).	52
Gambar 4.12 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T (Sumber: tokopedia.com).	53
Gambar 4.13 <i>Wiring</i> ranjang listrik otonom.	55
Gambar 4.14 Panduan pengukuran antropometri yang akan dilakukan.	56
Gambar 4.15 Ukuran dari ranjang yang akan diterapkan.	58
Gambar 4.16 Pilihan inspirasi konsep bodi.	59
Gambar 4.17 Grafik desain inspirasi yang dipilih.	59
Gambar 4.18 Warna yang dipilih.	60
Gambar 4.19 Warna yang akan diterapkan.	61
Gambar 4.20 Peta konsep.	62
Gambar 4.21 Sketsa bodi samping.	63
Gambar 4.22 Sketsa bodi depan dan belakang.	63
Gambar 4.23 Sketsa rangka.	64
Gambar 4.24 Rangka.	65
Gambar 4.25 Ranjang.	66
Gambar 4.26 Bodi.	67
Gambar 4.27 <i>Bracket</i> bodi dan penempatannya.	67
Gambar 4.28 Penempatan tiang infus.	68

Gambar 4.29 Penempatan <i>electrocardiograph</i> .	68
Gambar 4.30 Penempatan tangki oksigen.	69
Gambar 4.31 Penempatan AGV motor.	70
Gambar 4.32 Penempatan aktuator.	71
Gambar 4.33 Penempatan lidar.	72
Gambar 4.34 Penempatan sensor ultrasonik.	72
Gambar 4.35 Posisi <i>emergency button</i> .	73
Gambar 4.36 Penempatan <i>charging port</i> .	74
Gambar 4.37 Penempatan baterai.	75
Gambar 4.38 Penempatan layar.	76
Gambar 4.39 Penempatan <i>controller box</i> .	77
Gambar 4.40 Jalur kelistrikan.	78
Gambar 4.41 Penempatan <i>steering wheel</i> .	79
Gambar 4.42 Pintu tangki oksigen.	79
Gambar 4.43 Pintu pasien.	80
Gambar 4.44 Warna alternatif.	81
Gambar 4.45 Perspektif depan.	82
Gambar 4.46 Perspektif belakang.	82
Gambar 4.47 Tampak depan.	83
Gambar 4.48 Tampak belakang.	83
Gambar 4.49 Tampak kanan.	84
Gambar 4.50 Tampak kiri.	84
Gambar 4.51 Tampak atas.	85
Gambar 4.52 Tampak bawah.	85
Gambar 4.53 Tampak atas.	86
Gambar 4.54 Tampak samping.	87
Gambar 4.55 (a) Tampak depan (b) <i>Front section view</i> .	88
Gambar 4.56 Tampak belakang.	89
Gambar 4.57 <i>Detail view</i> pada bagian belakang.	90
Gambar 4.58 Penerapan <i>parts material</i> .	91
Gambar 4.59 Penerapan <i>fixtures</i> .	92
Gambar 4.60 Penerapan beban pada kondisi datar.	94
Gambar 4.61 Penerapan beban pada kondisi miring 25°.	94
Gambar 4.62 Penerapan <i>add event</i> pada simulasi.	95
Gambar 4.63 Penerapan <i>setup</i> untuk simulasi.	96
Gambar 4.64 Hasil <i>meshing</i> pada <i>stress test analysis</i> .	98
Gambar 4.65 Hasil <i>meshing</i> pada <i>crash test analysis</i> .	98
Gambar 4.66 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>stress test analysis</i> skema A (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	102

Gambar 4.67 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema A (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	102
Gambar 4.68 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>stress test analysis</i> skema B (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	102
Gambar 4.69 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema B (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	103
Gambar 4.70 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>stress test analysis</i> skema C (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	103
Gambar 4.71 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema C (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	103
Gambar 4.72 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>stress test analysis</i> skema D (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	104
Gambar 4.73 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema D (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	104
Gambar 4.74 Persebaran <i>deformation</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>stress test analysis</i> skema A (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	104
Gambar 4.75 Persebaran <i>deformation</i> terhadap AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema A (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	105
Gambar 4.76 Persebaran <i>deformation</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>stress test analysis</i> skema B (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	105
Gambar 4.77 Persebaran <i>deformation</i> terhadap dan AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema B (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	105
Gambar 4.78 Persebaran <i>deformation</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>stress test analysis</i> skema C (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	106
Gambar 4.79 Persebaran <i>deformation</i> terhadap AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema C (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	106
Gambar 4.80 Persebaran <i>deformation</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>stress test analysis</i> skema D (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	106
Gambar 4.81 Persebaran <i>deformation</i> terhadap AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema D (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.....	107
Gambar 4.82 Persebaran <i>factor of safety</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema A.	107
Gambar 4.83 Persebaran <i>factor of safety</i> terhadap terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema B.....	107
Gambar 4.84 Persebaran <i>factor of safety</i> terhadap terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema C.....	108
Gambar 4.85 Persebaran <i>factor of safety</i> terhadap terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>stress test analysis</i> skema D.	108
Gambar 4.86 Grafik SN pada kedua material (Sumber: <i>Solidworks</i>).	111

Gambar 4.87 Persebaran <i>damage percentage</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>fatigue test analysis</i> skema A.	112
Gambar 4.88 Persebaran <i>damage percentage</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>fatigue test analysis</i> skema B.	112
Gambar 4.89 Persebaran <i>damage percentage</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>fatigue test analysis</i> skema C.	112
Gambar 4.90 Persebaran <i>damage percentage</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>fatigue test analysis</i> skema D.	113
Gambar 4.91 Persebaran <i>total life</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>fatigue test analysis</i> skema A.	113
Gambar 4.92 Persebaran <i>total life</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>fatigue test analysis</i> skema B.	113
Gambar 4.93 Persebaran <i>total life</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>fatigue test analysis</i> skema C.	114
Gambar 4.94 Persebaran <i>total life</i> terhadap (a) Aluminium 6063-T6 dan (b) AISI 1020 pada <i>fatigue test analysis</i> skema D.	114
Gambar 4.95 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>crash test analysis</i> skema A (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	118
Gambar 4.96 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap AISI 1020 pada <i>crash test analysis</i> skema A (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	118
Gambar 4.97 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>crash test analysis</i> skema B (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	119
Gambar 4.98 Persebaran <i>von mises stress</i> terhadap AISI 1020 pada <i>crash test analysis</i> skema B (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	119
Gambar 4.99 Persebaran <i>deformation</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>crash test analysis</i> skema A (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	120
Gambar 4.100 Persebaran <i>deformation</i> terhadap AISI 1020 pada <i>crash test analysis</i> skema A (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	120
Gambar 4.101 Persebaran <i>deformation</i> terhadap Aluminium 6063-T6 pada <i>crash test analysis</i> skema B (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	121
Gambar 4.102 Persebaran <i>deformation</i> terhadap AISI 1020 pada <i>crash test analysis</i> skema B (a) <i>isometric view</i> dan (b) titik tertinggi.	121

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Pembimbing Skripsi	127
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Skripsi	129
Lampiran 3. Hasil Turnitin	131
Lampiran 4. Dokumentasi Wawancara	138
Lampiran 5. Dokumentasi Pengukuran Antropometri	139

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Pusat, *Undang-undang Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit*. 2009. Accessed: Jan. 02, 2025. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38789/uu-no-44-tahun-2009>
- [2] Pemerintah Pusat, *Undang-undang Dasar 1945 Pasal 28H ayat (1)*, no. 1. 2005. Accessed: Feb. 03, 2025. [Online]. Available: https://mkri.id/public/content/persidangan/resume/resume_sidang_Resume_013end.pdf
- [3] S. Sartika, K. Manurung, and ..., "Analisis Peranan Rumah Sakit Dalam Menekan Kasus Covid-19 Tahun 2022 (Studi Kasus Rumah Sakit Umum Bunda Thamrin)," *Prepotif ...*, vol. 7, no. April, 2023, [Online]. Available: <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/prepotif/article/view/12627>
- [4] H. Kehlet and D. W. Wilmore, "Evidence-based surgical care and the evolution of fast-track surgery.," *Ann. Surg.*, vol. 248, no. 2, pp. 189–198, Aug. 2008, doi: 10.1097/SLA.0b013e31817f2c1a.
- [5] J. N. Perry, V. D. Hooper, and J. Masiongale, "Reduction of Preoperative Anxiety in Pediatric Surgery Patients Using Age-Appropriate Teaching Interventions," *J. PeriAnesthesia Nurs.*, vol. 27, no. 2, pp. 69–81, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2012.01.003>.
- [6] A. Akinsulore, A. M. Owojuyigbe, A. F. Faponle, and F. O. Fatoye, "Assessment of preoperative and postoperative anxiety among elective major surgery patients in a tertiary hospital in Nigeria," *Middle East J. Anesthesiol.*, vol. 23, no. 2, pp. 235–240, 2015.
- [7] W. H. C. Li, J. O. K. Chung, K. Y. Ho, and B. M. C. Kwok, "Play interventions to reduce anxiety and negative emotions in hospitalized children," *BMC Pediatr.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–9, 2016, doi: 10.1186/s12887-016-0570-5.
- [8] G. Villa, I. Lanini, T. Amass, V. Bocciero, and ..., "Effects of psychological interventions on anxiety and pain in patients undergoing major elective abdominal surgery: a systematic review," *Perioper. ...*, 2020, doi: 10.1186/s13741-020-00169-x.
- [9] M. A. Manso, C. Guittet, F. Vandenhende, and L. A. Granier, "Efficacy of oral midazolam for minimal and moderate sedation in pediatric patients: A systematic review," *Paediatr. Anaesth.*, vol. 29, no. 11, pp. 1094–1106, 2019, doi: 10.1111/pan.13747.
- [10] Y.-L. Zhang, Q.-Y. Zhou, P. Zhang, L.-F. Huang, L. Jin, and Z.-G. Zhou, "Influence of static cartoons combined with dynamic virtual environments on preoperative anxiety of preschool-aged children undergoing surgery," *World J. Clin. Cases*, vol. 12, no. 22, pp. 4947–4955, 2024, doi:

10.12998/wjcc.v12.i22.4947.

- [11] B. Stewart, M. A. Cazzell, and T. Percy, "Single-Blinded Randomized Controlled Study on Use of Interactive Distraction Versus Oral Midazolam to Reduce Pediatric Preoperative Anxiety, Emergence Delirium, and Postanesthesia Length of Stay," *J. Perianesthesia Nurs.*, vol. 34, no. 3, pp. 567–575, 2019, doi: 10.1016/j.jopan.2018.08.004.
- [12] S. H. Park *et al.*, "Effect of transportation method on preoperative anxiety in children: A randomized controlled trial," *Korean J. Anesthesiol.*, vol. 73, no. 1, pp. 51–57, 2020, doi: 10.4097/kja.19191.
- [13] E. Chambon *et al.*, "Electric toy car to reduce anxiety before a cardiac catheterisation: Randomised controlled trial," *Cardiol. Young*, vol. 33, no. 2, pp. 294–300, 2023, doi: 10.1017/S1047951122000671.
- [14] M. McMahon, "What is a Hospital Bed?," 2024. <https://www.wisegeek.com/what-is-a-hospital-bed.htm> (accessed Nov. 19, 2024).
- [15] K. Kesehatan, *Keputusan Dirjen Pelayanan Kesehatan*, vol. 1, no. April. 2022, pp. 1–21.
- [16] International Electrotechnical Commission, "INTERNATIONAL STANDARD iTeh STANDARD PREVIEW iTeh STANDARD PREVIEW," vol. 2022, p. 6, 2022.
- [17] X. Ji, A. Littman, R. O. Hettiarachchige, and D. Piovesan, "The Effect of Key Anthropometric and Biomechanics Variables Affecting the Lower Back Forces of Healthcare Workers," *Sensors*, vol. 23, no. 2, 2023, doi: 10.3390/s23020658.
- [18] H. Purnomo, "Antropometri dan Aplikasinya," *Graha Ilmu*, p. 96, 2023.
- [19] Z. Bi, *Finite Element Analysis Applications: A Systematic and Practical Approach*. Academic Press, 2017. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=fScsDwAAQBAJ>
- [20] The Efficient Engineer, "Understanding the Finite Element Method," 2023. <https://efficientengineer.com/finite-element-method/> (accessed Jul. 16, 2025).
- [21] J. Brnic, *Analysis of Engineering Structures and Material Behavior*. Wiley, 2018. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=IDdJDwAAQBAJ>
- [22] The Efficient Engineer, "Understanding Failure Theories." <https://efficientengineer.com/failure-theories/> (accessed Jul. 16, 2025).
- [23] I. Zeid, *Mastering SolidWorks : The Design Approach*, vol. 2. 2015.
- [24] Y. L. Lee, J. Pan, R. Hathaway, and M. Barkey, *Fatigue Testing and Analysis: Theory and Practice*. Butterworth-Heinemann, 2011. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=xPHT0oTwpeYC>

- [25] The Efficient Engineer, “Understanding Fatigue Failure and S-N Curve,” 2023. <https://efficientengineer.com/fatigue/> (accessed Jul. 16, 2025).
- [26] P. Kurowski, *Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2024*. SDC Publications, 2024. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=fLXtEAAAQBAJ>
- [27] I. S. Budiarti *et al.*, *Pembelajaran Momentum dan Impuls*. CV Pajang Putra Wijaya, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=Or3IEAAAQBAJ>
- [28] S. Macey and G. Wardle, *H-Point: The Fundamentals of Car Design & Packaging*. Design Studio Press, 2014. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?id=H_ProQEACAAJ
- [29] Euro NCAP, *Crash Protection Frontal Impact*, no. December. 2024.
- [30] Euro NCAP, *Crash Protection Side Impact*, no. December. 2024.
- [31] R. G. Budynas, J. K. Nisbett, and J. E. Shigley, *Shigley’s Mechanical Engineering Design*. in McGraw-Hill series in mechanical engineering. McGraw Hill Education, 2016. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=1csgngAACAAJ>
- [32] M. Kobylińska, K. Antosik, A. Decyk, K. Kurowska, and D. Skiba, “Body Composition and Anthropometric Indicators in Children and Adolescents 6–15 Years Old,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 18, 2022, doi: 10.3390/ijerph191811591.