

Bidang: Rekayasa

**LAPORAN
PENELITIAN MANDIRI**



**Perancangan Alat Pelindung Diri Pekerja Kontruksi dari
Kejatuhan**

Dipl. Ing. Kurniadi Rasyid MM (NIDN : 0303116601)

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Januari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Perancangan alat pelindung diri pekerja konstruksi dari kejatuhan
Jenis Penelitian^{a)} : Penelitian Terapan
Bidang Penelitian^{b)} : Mechanical and Industrial Engineering
Tujuan Sosial Ekonomi^{c)} : Design

Peneliti

a. Nama Lengkap : Mohammad Kurniadi Rasyid
b. NIDN : 0303116601
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
d. Program Studi : Teknik mesin
e. Nomor HP : 085100704664
f. Alamat Surel (e-mail) : kurniadirasyid@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Andrian Rustandi
b. NRP : 1122000016
c. Institusi : Institut Teknologi Indonesia (mahasiswa teknik mesin)

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap :
b. NIDN :
c. Institusi :

Anggota Peneliti (3)

a. Nama Lengkap :
b. NIDN :
c. Institusi :

Institusi Sumber Dana^{d)} : Pribadi Peneliti
Biaya Penelitian : Rp 10.000.000

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Mesin - ITI



(Ir. J. Victor Tuapetel MT, Ph.D, IPM, ASEAN Eng.)
NIDN. 0322096803

Serpong, 19 Januari 2023
Ketua,



(Dipl. Ing. M. Kurniadi Rasyid MM)
NIDN. 0303116601

Mengetahui,
Kepala Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Institut Teknologi Indonesia



(Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T)
NIDN. 0310076406

HALAMAN PENGESAHAN



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314
(021) 7562757

www.iti.ac.id institutteknologiindonesia @kampusITI Institut Teknologi Indonesia

SURAT TUGAS

No. : 014/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/X/2022

Pertimbangan : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian Bagi dosen Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.

Dasar : 1. Pembebanan Tugas Dosen Program Studi Teknik Mesin;
2. Surat Permohonan Tanggal 21 November 2022;
3. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

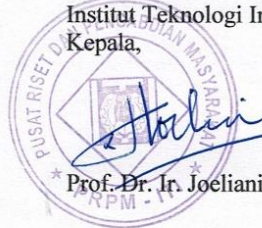
DITUGASKAN

Kepada : Dosen Program Studi Teknik Mesin – ITI (Terlampir)

Untuk : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2022/2023;
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM - ITI;
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 21 November 2022

Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Institut Teknologi Indonesia
Kepala,



Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor Bid APK
2. Ka. Biro SDMO
3. Ka. Prodi Teknik Mesin
4. Arsip

DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SEMESTER GANJIL THN AKADEMIK: 2022/2023

Revisi 24 Januari 2023

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	NAMA DOSEN	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERUBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERUBATAN MAHASISWA
1	Model Deteksi Chatter pada Proses Pemisahan Shoulder (Side) Milling	Engineering and Technology	Ketua: Ir. Khairul Jauhari, S.T., M.T., IPP	Mandiri	10.000.000	BRIN/UNDIP	Aji Umar Sa'id (NRP: 1121800021)
2	Studi Numerik Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe H-Darrieus NACA0012	Energi Baru dan Terbarukan	Ketua: Dr. Rudi Purwo Wijayanto, M.Sc. Anggota: Imadudin	Mandiri	10.000.000	BRIN	Faiz Akbar (NRP: 1121800039)
3	Uji Nilai Kalor Hesi Pirotilis dengan Destilasi Bertingkat Menggunakan Bahan Sampian Plastik Jenis ABS dan PET	Energi Baru dan Terbarukan	Ketua: Rudi Purwo Wijayanto Anggota: Dr. Ismojo, S.T., M.T	Mandiri	10.000.000	BRIN	François (NRP: 1121800037)
4	Turbin Angin untuk Area Pemukiman	Energi Baru dan Terbarukan	Ketua Rudi Purwo Wijayanto Anggota: 1. Dr. Ismojo, S.T., M.T 2. Ir. J. Victor Tsupateli, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	Faiz Akbar (NRP: 1121800039)
5	Relevansi Material Keramik Maju Berbasis BaTiO3 - Bi (Ti)-XNiO3 untuk Memperoleh Sifat Dielektrik Non Linier pada Isolator Divais Elektronik Guna Mendukung Era Digitalisasi	Engineering and Technology	Prof. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, MS., IPM, ASEAN Eng	Hibah Kemandirian (Penelitian Dasar Kompetitif Nasional)	171.700.000	Universitas Indonesia	Naufal Syafaridan (NRP: 1121800023)
6	Analisis Statistik Impor Pipa Besi dan Baja Indonesia Pada Tahun Kedua Pandemi Covid-19 (Tahun 2021)	Engineering and Technology	Dra. Perak Samosir, M.Si	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Nehemia Enkrison N (NRP: 1121800035)
7	Pengaruh Holding Time pada Proses Pak Carbonizing terhadap Sifat Mekanis Baja AISI 1045	Engineering and Technology	Ketua: Dr. Ismojo, S.T., M.T Anggota: Rudi Purwo Wijayanto	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Muhammad Denny Setiawan (NRP: 1121800016)
8	Perancangan Alat Pelindung Diri Pekerja Konstruksi dari Jeplakan	Engineering and Technology	Dipl.-Ing. Mohammad Kurniadi Rasyid, M.M	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Andrian Rusdandi (NRP: 1122000016)
9	Pengaruh Interlayer pada Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Friction Stir Welding	Engineering and Technology	Parhya Rupaljati, S.T., M.T	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Riki Ebo Prasetyo (NRP: 1121800001)
10	Pemanfaatan Software Heat Transfer Research Inc. (HTI) dalam Perancangan Double Pipe Heat Exchanger	Engineering and Technology	Ronald Akbar, S.T., MT	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Haji Ashari (NRP: 1121800007)
11	Prediksi Keausan Pakat Milling pada proses pemisahan	Engineering and Technology	Ir. Achmad Zaki Rahman, S.T., M.T., IPM	Mandiri	10.000.000	BRIN/UNDIP	Dimas Wahyuulahi (NRP: 1122000011)
12	Faktor yang Mempengaruhi Sick Building Syndrome (SBS) pada Pekerja Kantoran Era New Normal	Keselamatan Kesehatan Kerja (Public Health And Safety)	Ir. Rullyenti Rasyid, MKKK, IPM	Mandiri	10.000.000	Tidak ada	François Ruban (NRP: 1121800037)
13	Analisis Uji Korker Submersible Pump Type WCD-15-10 dengan Pengujian Pada Mesin MP7-II Pump Computer Test System	Engineering and Technology	Ir. J. Victor Tsupateli, S.T., M.T., Ph.D., IPM, ASEAN Eng	Mandiri	10.000.000	PT. Maxon Prime Technology	Angga Syahful Fathur Roj (NRP: 1121900014)
14	Pengujian Beban Dinamis dengan Uji Fatigue Prototype Implan Gigi Titanium Produksi Industri Lokal	Material dan Manufaktur	Ketua: Dr. Ir. J. Nyoman Jujur, M.Eng Anggota: Dr. Giri Wahyu Alam	BRIN	10.000.000	Pusat Material Maju-BRIN	1. Wilman Saeful (NRP: 1121800030) 2. Meutcha Cahya Salsadilla (NRP: 1121900037)

Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Institut Teknologi Indonesia
Kepala



Prof. Dr. Ir. Joeleningsih, M.T

PRAKATA

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah kepada Tuhan Yang Maha Esa, maka Laporan penelitian mandiri ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini mengambil judul “Perancangan alat pelindung diri pekerja kontruksi dari kejatuhan”. Mulai dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 sampai dengan Desember 2022 berhasil disusun laporan akhir berdasarkan data-data kegiatan yang sudah diperoleh. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir Marzan Aziz Iskandar, IPU, Rektor Institut Teknologi Indonesia.
2. Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, MT, Kepala Pusat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat - Institut Teknologi Indonesia
3. Ir. J. Victor Tuapetel MT, Ph.D, IPM, ASEAN Eng., Ketua Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia.
4. Keluarga, rekan-rekan sesama dosen dan segenap karyawan yang tanpa mempengaruhi rasa hormat kami kepada mereka, tidak bisa saya sebutkan satu persatu disini.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, oleh karena itu saran dan masukan dari semua pihak sangat diharapkan. Akhirnya kami berharap semoga laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat dan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang Mekanika Kekuatan Material.

Semoga laporan penelitian ini mempunyai manfaat bagi masyarakat Indonesia.

Serpong, Januari 2023

Ketua

(Dipl. Ing. Kurniadi Rasyid)

DAFTAR ISI

	hal
Halaman Sampul	1
Halaman Pengesahan.....	2
Surat Tugas Penelitian.....	3
Prakata	5
Daftar Isi	6
Daftar Gambar	7
Daftar Tabel	8
Ringkasan	9
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kekuatan Bahan.....	5
2.2 Pengujian Lengkung/Lendutan	6
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	7
3.1 Tujuan Penelitian	7
3.2 Manfaat penelitian	7
BAB 4 METODE PENELITIAN	8
4.1 Desain Penelitian	8
4.2 Tahapan Penelitian	9
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	12
BAB 6 KESIMPULAN.....	16
DAFTAR PUSTAKA	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Disain Penelitian	9
Gambar 4.2 Posisi Beban	10
Gambar 4.3 Posisi constrain.....	11
Gambar 5.1 Tegangan Von Mises yang terjadi pada rangka.....	13
Gambar 5.2 Deformasi yang terjadi.....	14
Gambar 5.3 Tingkat keamanan yang terjadi.....	14
Gambar 5.4 Alat pelindung diri pekerja kontruksi dari kejatuhan	15

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Material Properties.....	8
Tabel 5.1 Hasil Analisis.....	12

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan melakukan analisa numerik alat pelindung diri menggunakan software CAE. Alat pelindung diri yang dirancang harus seefisien mungkin dengan biaya yang tidak besar namun mampu menahan beban tanpa perubahan bentuk atau rusak. Model desain dianalisis melalui perangkat lunak rekayasa Autodesk Inventor. Analisis elemen hingga dilakukan oleh perangkat lunak ini. Analisis difokuskan pada jenis bahan yang biasa digunakan untuk alat pelindung diri, yaitu mild welded steel,. Pada model desain yang dibuat kemudian di analisa lendutan dan tegangan yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan material dan dimensi yang ada dapat digunakan untuk merancang alat pelindung diri, ini dilihat dari kekuatan menahan beban dan deformasi yang terjadi.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bekerja di ketinggian tentu memiliki risiko tinggi mulai dari jatuh, cedera, luka serius hingga kematian. Untuk itu, setiap pekerja harus dibekali dengan pemahaman K3 (keselamatan dan Kesehatan Kerja) agar bisa mengidentifikasi bahaya dan meminimalisir risiko, karena jika pekerja lalai bukan hanya membahayakan pada diri sendiri namun orang lain dan lingkungan sekitar.

Dalam profesi ini belum adanya spesifikasi mengenai jarak minimum. Namun, sebagian besar perusahaan sepakat untuk jarak 1.8 meter lebih sebagai kategori bekerja di ketinggian. Maka dari itu, penting untuk pekerja menggunakan alat pelindung untuk keselamatan diri. Tetapi, pada kenyataannya masih banyak pekerja yang kurang paham atau memperhatikan keselamatan diri saat bekerja di ketinggian.

Alat Pelindung Diri disingkat APD adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. Dasar Hukum APD yaitu Permenakertrans RI NOMOR PER.08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri. Pengusaha wajib menyediakan APD bagi pekerja di tempat kerja dan wajib diberikan secara cuma-cuma alias gratis.

Dilihat dari organ yang dilindungi ada beberapa jenis APD diantaranya

- a. pelindung kepala;
- b. pelindung mata dan muka;
- c. pelindung telinga;
- d. pelindung pernapasan beserta perlengkapannya;
- e. pelindung tangan;
- f. pelindung kaki.
- g. pakaian pelindung;
- h. alat pelindung jatuh perorangan;
- i. pelampung.

Alat pelindung jatuh perorangan

Fungsi

Alat pelindung jatuh perorangan berfungsi membatasi gerak pekerja agar tidak masuk ke tempat yang mempunyai potensi jatuh atau menjaga pekerja berada pada posisi kerja yang diinginkan dalam keadaan miring maupun tergantung dan menahan serta membatasi pekerja jatuh sehingga tidak membentur lantai dasar.

Jenis

Ada 8 komponen wajib yang digunakan untuk perlengkapan sistem perlindungan bahaya jatuh, sebagai berikut:

Safety Belt

Sabuk keselamatan atau Safety Belt adalah salah satu alat pelindung jatuh yang kerap dipakai oleh pekerja yang bekerja di ketinggian. Alat ini mempunyai fungsi yang sama dengan alat Full Body Harness, akan tetapi Safety Belt hanya dikaitkan ke bagian pinggang pekerja saja serta bagian lanyard dikaitkan ke anchor.

Pemakaian Safety Belt sebagai alat pelindung jatuh mesti mempertimbangkan bahwa sebaiknya alat Safety Belt tidak dipergunakan untuk pekerjaan yang memungkinkan pekerja bisa terjatuh dari ketinggian, sebab jika pekerja terjatuh maka pekerja tersebut masih bisa mengalami cedera di bagian pinggang ataupun bagian tulang belakangnya meskipun pekerja tersebut tak mengenai permukaan tanah dalam artian pekerja tergantung.

Full Body Harness

Alat ini didesain untuk melindungi semua bagian penting pengguna yaitu panggul, dada, paha, dan seluruh tubuh pengguna, sehingga lebih aman saat bekerja di ketinggian. Penggunaan body harness dilengkapi D-ring yang terletak pada bagian punggung serta bisa dipasangkan ke lanyard, lifeline, dan komponen lain yang kompatibel dengan body harness.

Shock Absorber

Istilah lain alat ini dikenal atau disebut dengan alat penahan jatuh dengan fungsi menahan tubuh pengguna ketika jatuh dari ketinggian, mencegah kerusakan, serta mengurangi kekuatan tekanan pada anchor. Shock absorber biasanya diproduksi terpisah atau dirancang menyatu dengan lanyard. Menurut standar CSA Z259.11, shock absorber dapat meningkatkan panjang lanyard hingga 1,2 meter ketika menerima beban 100 kg dan jatuh dari ketinggian 1,8 meter

Lanyard

Alat ini adalah tali pendek pengikat yang umumnya berfungsi untuk menahan guncangan bila pekerja terjatuh bebas. Pekerja bisa menggunakan lanyard untuk membatasi guncangan saat jatuh bebas dengan panjang maksimum 1,2 meter. Sebaiknya pasang lanyard/ pasang hook di atas atau paling tidak sejajar dengan dada, hal ini dimaksudkan untuk mengurangi jarak vertikal atau jarak jatuh tubuh pekerja. Sebuah lanyard selalu diposisikan antara anchor point dan body harness.

Anchor point (anchor)

Setiap pekerja harus memastikan bahwa anchor yang tersambung pada lifeline dan lanyard harus kuat. Posisi anchor point harus stabil dan lokasinya sudah sesuai. Jika penggunaan anchor diperuntukkan sebagai pelindung atau penahan pekerja dari kemungkinan terjatuh, anchor harus mampu menahan beban setidaknya 3,5 kN (363 kg) atau setidaknya empat kali berat pekerja. Sedangkan, bilamana penggunaan anchor sebagai penahan saat terjatuh, anchor harus mendukung setidaknya 22 kN (2,5 ton).

Fall arrestor (rope grab)

Alat ini digunakan untuk melindungi pekerja ketika sedang melakukan perpindahan tempat atau bergerak secara vertikal, biasanya berjarak cukup panjang. Bila pekerja bergerak ke atas, maka rope grab akan ikut bergerak naik mengikuti gerakan pekerja, tetapi bila pekerja tersebut tiba-tiba terjatuh, maka perangkat ini secara mekanik akan mencengkeram lifeline.

LifeLine

Lifeline adalah tali pengaman fleksibel yang terbuat dari serat, kawat, atau anyaman. Lifeline biasanya dikaitkan pada anchor point. Adapun standar dari Lifeline harus memiliki kekuatan daya tarik minimum 2,75 ton atau setara dengan diameter tali 60 mm. Lifeline dapat dipasang secara vertikal atau horizontal, tergantung kebutuhan.

Retractable lifeline

Alat ini juga memiliki fungsi yang baik, karena akan menarik serta mengunci tubuh pada saat terjadinya tarikan secara tiba-tiba. Oleh sebab itu alat ini harus terpasang pada posisi tubuh dalam keadaan tegak.

Untuk melindungi diri dari risiko jatuh, penting menggunakan semua alat yang sudah dijelaskan diatas, tentunya alat harus sesuai dengan standar keselamatan. Selain itu, setiap pekerja harus memahami K3 (kesehatan dan keselamatan kerja) sebagai fondasi untuk bekerja. Synergi Solusi Indonesia – ISC Safety School Member of Proxisis menyediakan jasa training K3 dan telah dipercaya oleh banyak perusahaan swasta maupun pemerintahan.

Latar belakang penelitian ini dibuat adalah untuk mencari desain yang paling pas untuk alat pelindung diri yang ringan, kuat dan mudah dipindahkan. Tujuan penelitian ini untuk mencari desain alat pelindung diri dengan desain yang aman dan mempunyai ketahanan yang lebih baik dalam menahan beban. Kekuatan struktur alat pelindung diri sangat dipengaruhi oleh dua hal yaitu desain dan material. Pemilihan geometri yang terlalu besar akan mengakibatkan alat pelindung diri menjadi tidak ekonomis. Pemilihan material material yang terlalu ringan akan membuat alat pelindung diri mudah pengok.

Penelitian ini akan memfokuskan mencari material yang terbaik, yaitu tidak terlalu berat dan dapat menahan kekakuan alat pelindung diri serta mempunyai derajat keamanan yang tinggi dengan geometri yang diinginkan.

BAB 2 TEORI DASAR

Dalam proses perancangan atau pembuatan desain alat pelindung diri ini digunakan bantuan elemen hingga dalam melakukan berbagai analisa kekuatan. Keunggulan dari metode ini adalah karena sangat efisien dan cukup akurat karena memandang sebuah objek dengan memecahnya menjadi bagian elemen yang sangat banyak dan sangat kecil.

Proses ini diawali dengan pembuatan model geometri 3D yang kemudian di transformasikan menjadi model elemen hingga yang terdiri dengan banyak Elemen-elemen node yang jauh lebih kecil. Proses perubahan ini meliputi perubahan dari model matematika menjadi model numerik. Keakuratan Metode Elemen Hingga sangat tergantung jumlah *node*. Semakin banyak elemen maka semakin akurat. Metode Elemen Hingga sangat sering digunakan untuk menganalisa tegangan dan kekuatan dari benda berikut karakter yang terjadi akibat pembebanan. Metode Elemen Hingga dapat mempermudah menyelesaikan persoalan yang mungkin sulit untuk diselesaikan dengan perhitungan secara analitis. Metode ini terbukti telah memecahkan banyak kasus yang ada.

Dasar-dasar metode Elemen Hingga sudah ada sejak tahun 1940-an dan sejak tahun 1970-an diterapkan dan dirumuskan secara formal. Pada awalnya metode ini digunakan dibidang teknik penerbangan untuk perhitungan kekuatan struktur pesawat pada industri pesawat terbang, namun sekarang metode Elemen Hingga ini telah diterapkan dalam berbagai bidang teknik.

Salah satu cara mengetahui nilai tegangan maksimum yang terjadi pada suatu elemen benda adalah dengan cara menghitung penggabungan tegangan regangan dengan menggunakan formula tegangan Von Mises. Von mises menyatakan bahwa akan terjadi luluh bilamana invarian kedua deviator tegangan melampaui harga kritis tertentu. Dengan kata lain luluh akan terjadi pada saat energi distorsi atau energi regangan geser dari material mencapai suatu nilai kritis tertentu. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa energi distorsi adalah bagian dari energi regangan total per unit volume yang terlibat di dalam perubahan bentuk. Dalam ilmu material dan teknik, kriteria luluh von Mises dapat juga diformulasikan dalam von Mises stress atau equivalent tensile stress, σ_v , nilai tegangan scalar dapat dihitung dari tensor tegangan. Dalam kasus ini, material dikatakan mulai luluh ketika tegangan von Mises mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai *yield strength*. Tegangan von Mises digunakan untuk memprediksi tingkat keluluhan material terhadap kondisi pembebanan dari hasil pengujian tarik simple uniaksial.

2.1 Kekuatan Bahan

Kekuatan bahan, adalah topik yang berkaitan dengan perilaku benda padat akibat tegangan dan regangan. Teori lengkap dimulai dengan pertimbangan perilaku satu dan dua anggota dimensi struktur, yang menyatakan keadaan tegangan dapat diperkirakan sebagai dua dimensi, dan kemudian digeneralisasikan ke tiga dimensi untuk membangun teori yang lebih lengkap dari perilaku elastis dan plastik bahan. Pelopor penting dalam mekanika bahan adalah Stephen Timoshenko.

Studi tentang kekuatan bahan sering merujuk pada berbagai metode perhitungan ketegangan dan tekanan pada elemen struktural, seperti balok, kolom, dan poros. Metode yang digunakan untuk memprediksi respon struktur akibat beban dan kerentanannya terhadap berbagai mode kegagalan memperhitungkan sifat bahan seperti yang yield strength, kekuatan maksimum, Modulus Young, dan rasio Poisson.

2.2 Pengujian Lengkung/Lendutan

Pengujian lengkung merupakan salah satu pengujian sifat mekanik bahan yang dilakukan terhadap specimen dari bahan baik bahan yang akan digunakan sebagai konstruksi atau komponen yang akan menerima pembebanan lengkung maupun proses pelengkungan dalam pembentukan. Pelengkuan (bending) merupakan proses pembebanan terhadap suatu bahan pada suatu titik ditengah-tengah dari bahan yang ditahan diatas dua tumpuan. Dengan pembebanan ini bahan akan mengalami deformasi dengan dua buah gaya yang berlawanan bekerja pada saat yang bersamaan.

Sebagaimana perilaku bahan terhadap pembebanan, semua bahan akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) secara bertahap dari elastis menjadi plastis hingga akhirnya mengalami kerusakan (patah). Dalam proses pembebanan lengkung dimana dua gaya bekerja dengan jarak tertentu ($1/2L$) serta arah yang berlawanan bekerja secara bersamaan, maka Momen lengkung (M_b) itu akan bekerja dan ditahan oleh sumbu batang tersebut atau sebagai momen tahanan lengkung (W_b). Dalam proses pengujian lengkung yang dilakukan terhadap material sebagai bahan teknik memiliki tujuan pengujian yang berbeda tergantung kebutuhannya. Berdasarkan kepada kebutuhan tersebut maka pengujian lengkung dibedakan menjadi 2, yaitu :

- a. Pengujian lengkung beban dan
- b. Pengujian lengkung perubahan bentuk.

Pengujian lengkung beban ialah pengujian lengkung yang bertujuan untuk mengetahui aspek-aspek kemampuan bahan uji dalam menerima pembebanan lengkung,

BAB 3

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

mencari desain alat pelindung diri berikut penyangga dengan desain yang aman dan mempunyai ketahanan yang lebih baik dalam menahan beban. Pemilihan geometri dan material yang tepat sehingga tidak membuat alat pelindung diri mudah pengok, tidak terlalu berat dan dapat menahan kekakuan alat pelindung diri serta mempunyai derajat keamanan yang tinggi dengan geometri yang diinginkan.

3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membantu para perancang alat pelindung diri dalam memilih material dan dimensi yang tepat.
2. Sebagai sarana dari penelitian dan pengembangan ilmu di bidang industry manufaktur.
3. Data hasil pengujian dapat digunakan dan dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB 4 METODE PENELITIAN

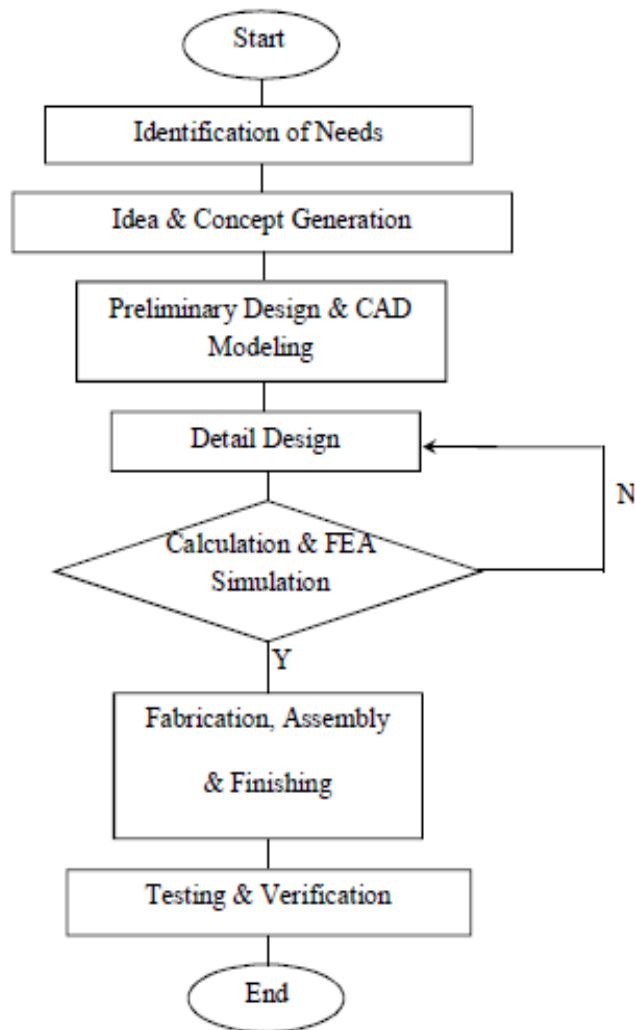
Model komputer 3-D dari alat pelindung diri dirancang menggunakan software Ansys 17. Model 3 D ini kemudian dianalisa menggunakan perangkat perhitungan elemen hingga yang ada pada software tersebut. Hasil yang dipantau adalah distribusi tegangan pada keseluruhan rangka penyangga alat pelindung diri dan mata pisau yang digunakan. Material yang dipakai untuk rangka adalah Steel, Mild, Welded dengan property yang bisa dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Material properties untuk rangka

Name	Steel, Mild, Welded	
General	Mass Density	7.86 g/cm ³
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Stress	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0.275 ul
	Shear Modulus	86.2745 GPa
Part Name(s)	full rangka pad	

4.1 Desain Penelitian

Proses desain dimulai dengan mengumpulkan data masukan *alat pelindung diri singkong* yang ingin dirancang. Model *alat pelindung diri singkong* dibuat desainnya untuk dianalisa. Gambar 4.1 menunjukkan proses desain yang digunakan.



Gambar 4.1 Desain Penelitian

Konsep desain dibuat. Computer Aided Design (CAD) perangkat lunak digunakan dalam merancang model. Selanjutnya model CAD yang sudah dibuat dianalisis melalui perangkat lunak rekayasa Ansys. Analisis elemen hingga dilakukan oleh perangkat lunak ini terhadap model tadi. Analisis difokuskan pada jenis bahan yang biasa digunakan untuk rangka alat pelindung diri yaitu besi hollow st37 dan untuk mata pisau st 60 yang banyak didapatkan dipasaran. Lendutan dan tegangan yang terjadi kemudian dievaluasi.

4.2 Tahapan Penelitian

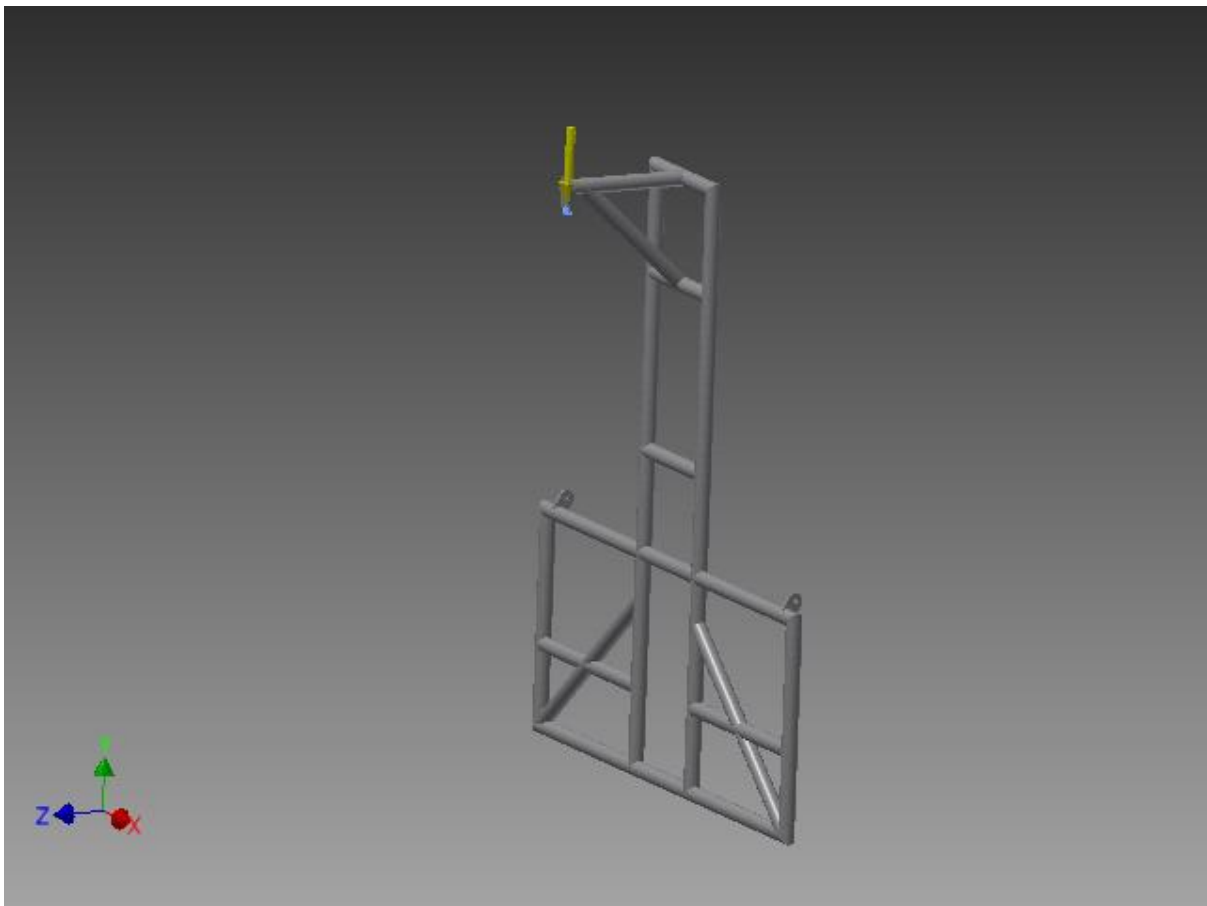
Tahapan penelitian melalui empat tahap berikut:

1. Model *alat pelindung diri singkong* dibuat menggunakan perangkat lunak dari Computer Aided Draft Design (CADD).

2. Kemudian model dari CADD ini dianalisis melalui perangkat lunak rekayasa Autodesk Inventor.
3. Lendutan dan tegangan yang terjadi pada setiap model dianalisa dan dibandingkan.
4. Memilih dimensi terbaik berdasarkan kekuatan, kekakuan dan nilai ekonomisnya.

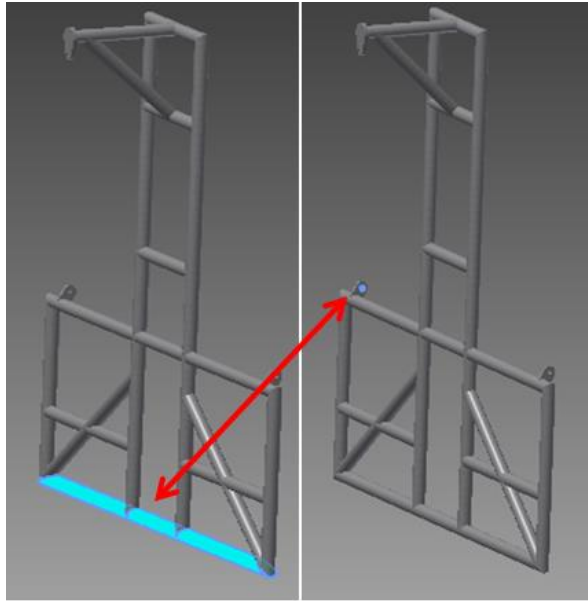
Pembebanan dan Tahanan

Pembebanan material yang terjadi pada penyangga diperoleh melalui berat pekerja dengan perkiraan beban 255 kg berlawanan sumbu Y seperti diperlihatkan oleh tanda panah pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Posisi Beban

Posisi *constrain* atau penahan ada pada pin dan batang paling bawah seperti terlihat pada Gambar 4.3.



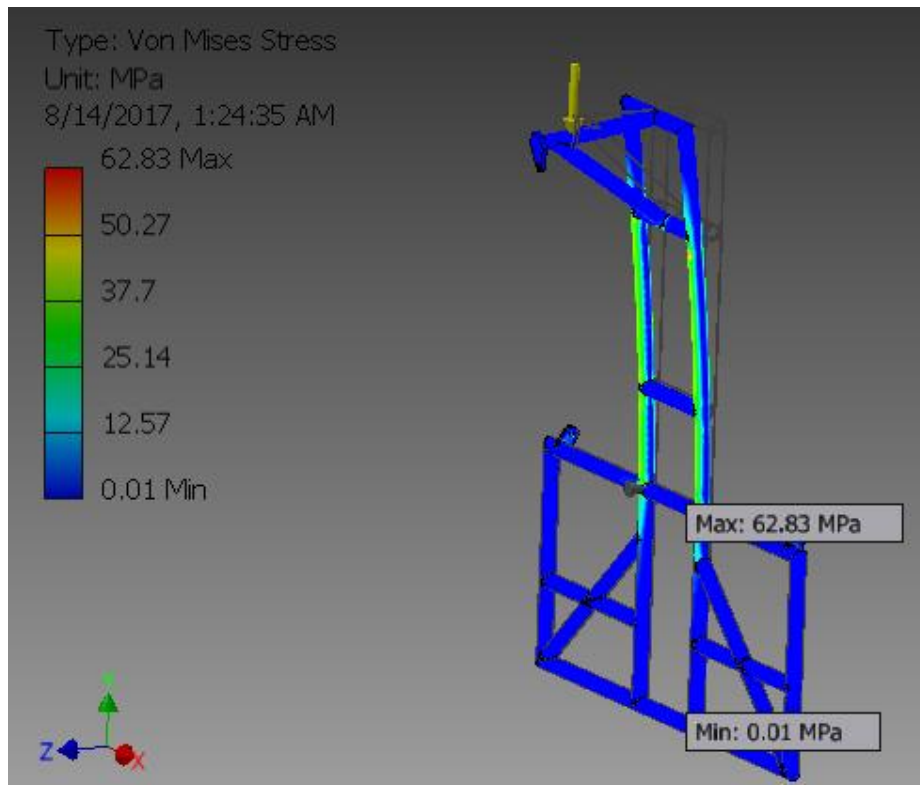
Gambar 4.3 Posisi *Cosntrain*

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tegangan dan lokasi yang terjadi yakni tegangan von mises dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.1.

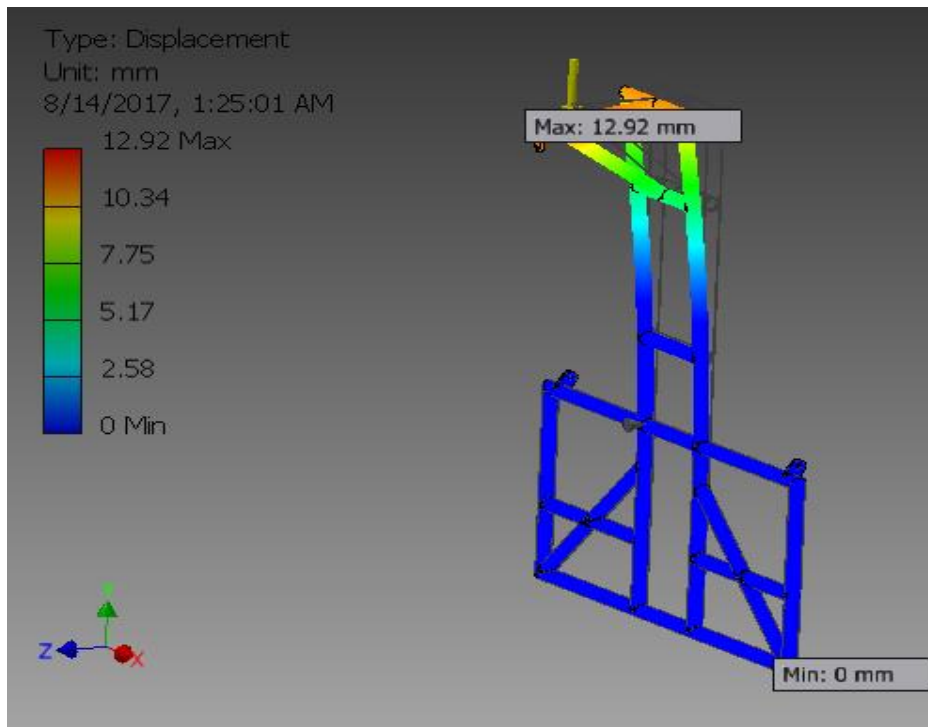
Tabel 5.1 Hasil Analisis

Name	Minimum	Maximum
Volume	21251100 mm ³	
Mass	167.034 kg	
Von Mises Stress	0.00620448 MPa	62.8344 MPa
1st Principal Stress	-24.3146 MPa	62.192 MPa
3rd Principal Stress	-77.3387 MPa	16.6569 MPa
Displacement	0.000043321 mm	12.9219 mm
Safety Factor	3.29437 ul	15 ul
Stress XX	-33.1329 MPa	29.9558 MPa
Stress XY	-17.282 MPa	18.1041 MPa
Stress XZ	-11.461 MPa	20.0343 MPa
Stress YY	-59.3558 MPa	57.8957 MPa
Stress YZ	-25.3837 MPa	21.3715 MPa
Stress ZZ	-63.0526 MPa	39.9825 MPa
X Displacement	-0.027541 mm	0.028419 mm
Y Displacement	-5.61678 mm	0.334467 mm
Z Displacement	-0.0632005 mm	11.6379 mm
Equivalent Strain	0.000000245142 ul	0.000247861 ul
1st Principal Strain	-0.00000191982 ul	0.000265444 ul
3rd Principal Strain	-0.000280114 ul	0.00000615931 ul



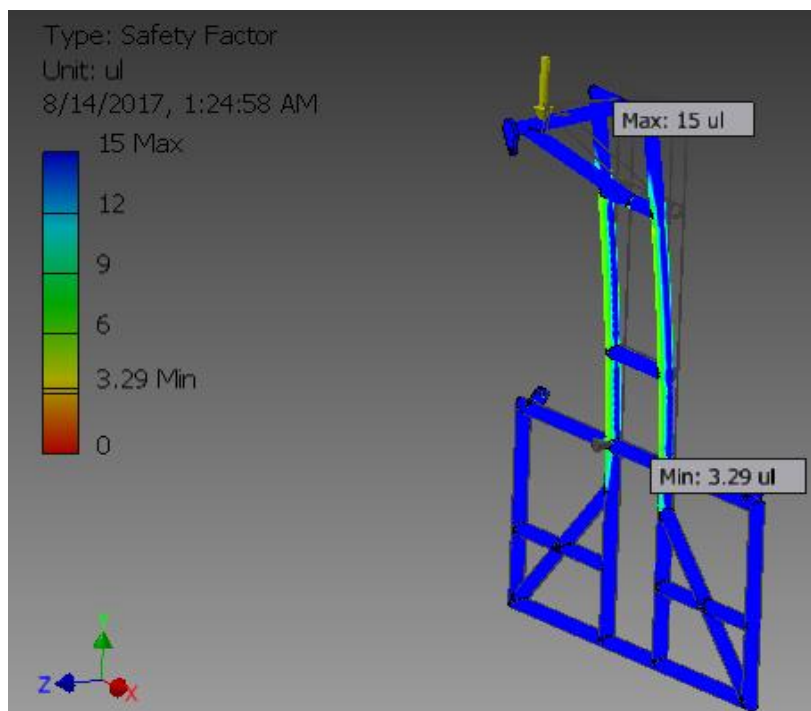
Gambar 5.1 Tegangan Von Mises yang terjadi pada rangka

Tegangan yang terjadi pada rangka di analisa menggunakan FEM. Hasil tegangan maksimum yang terjadi 62,83 Mpa (N/mm^2) dengan arah sumbu YY yang berarti tegangan tekan vertikal. Sementara tegangan luluh material 207 Mpa (N/mm^2). Dengan faktor keamanan 3, bisa dikatakan struktur dinilai mampu menahan beban yang terjadi.



Gambar 5.2 Deformasi yang terjadi

Sementara deformasi yang terjadi bisa dilihat pada gambar 5.2. Besar deformasi maksimum yang terjadi adalah 12.92 pada arah sumbu Z mm dan masih memenuhi persyaratan kekakuan yang diinginkan.



Gambar 5.3 Tingkat Keamanan

Tingkat keamanan terendah 3.29 dan masih diatas faktor keamanan 3 yang disyaratkan. Sehingga dengan semua hasil yang didapat rancang bangun dapat dilakukan seperti terlihat pada Gambar 5.4



Gambar 5.4 Alat pelindung diri pekerja kontruksi dari kejatuhan yang telah selesai dibuat

BAB 6

KESIMPULAN

1. material rangka yang dipakai Steel, Mild, Welded.
2. Hasil tegangan maksimum yang terjadi untuk alat pelindung diri dengan adalah pembebanan tertinggi didapatkan 62,83 Mpa (N/mm^2).
3. Dengan memperhatikan tegangan luluh 207 N/mm^2 maka material steel mild ini aman digunakan untuk alat pelindung diri.
4. Besar deformasi maksimum yang terjadi adalah 12.92 mm dan masih memenuhi persyaratan kekakuan yang diinginkan.
5. Dilihat dari kekuatan menahan beban, tingkat keamanan dan deformasi yang terjadi maka desain ini masih bisa digunakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya terhadap semua pihak yang telah membantu khususnya Institut Teknologi Indonesia baik dari Program Studi Mesin ITI juga Pusat Riset Dan Pengabdian Masyarakat - ITI.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anefin Dwima, Kasatriawan, 2012, “Proses Pembuatan Rangka Pada Alat pelindung diri Sampah Organik Sebagai Bahan Dasar Pupuk Kompos,” Proyek akhir, Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta .
- [2] April Yanto Wibowo, 2011, “Proses Pembuatan Rangka Pada Mesin Roll Pelat Penggerak Elektrik,” Proyek akhir, Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [3] E. Widya P., 2015, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Laut Skala Ukm,” Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 2 No. 2 Pp. 11–16.
- [4] M. Lutfi, S. Setiawan, W. A. Nugroho, T. Pertanian, 2010, “Rancang Bangun Perajang Ubi Kayu Pisau Horizontal,” Rekayasa Mesin, Vol. 1, No. 2, Pp. 41–46.
- [5] Indra Gunawan, 2009 “Perencanaan Mesin Dan Analisa Statik Rangka Mesin Pencacah Rumput Gajah Dengan Menggunakan Software Catia V5,” Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gunadharma .
- [6] S. Kuntoro, M. Kabib, 2018, “Analisis Kekuatan Dies Frame Link Pada Mesin Roll Pipa 2 In Penggerak Hidrolik Dengan Metode Elemen Hingga,” Jurnal SIMETRIS,. Tek. Mesin, Elektro Dan Ilmu Komput., Vol. 9, No. 2, Pp. 941–946.
- [7] A. Rofeg, M. Kabib, 2018, “Analisa Tegangan Screw Conveyor Pada Mesin Pencampur Garam Dan Iodium sesuai SNI 3556 dengan Metode Elemen Hingga” , Jurnal SIMETRIS, Vol. 9, No. 2, Pp. 935–940.
- [8] F. Albaha, 2011, “Proses Pembuatan Rangka Pada Alat pelindung diri Daun Tembakau,” Proyek Akhir, Pendidikan Teknik Mesin, UNY.
- [9] N. Adi P, 2018 “Rancang Bangun Rangka Mesin Pemotong Makanan Ringan (Dodol) Kapasitas 70 Kg,” Tugaas Akhir, Teknik Mesin, UMK.
- [10] A. Tri Lestari, 2010, “Pembuatan Alat Praktikum Perawatan Kompresor Torak Ganda,” Proyek Akhir, Teknik Mesin, UNS .