

Rancang Bangun Alat Bantu Sit Up Penunjang Kesiapan Otot Perut Atlet Jujitsu Dojo Wijaya Putra

Mochammad Muchid, Muharom, Krisnadhi Hariyanto

Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Putra

*Penulis korespondensi. E-mail: muchid@uwp.ac.id

ABSTRACT

The role of lecturers in carrying out the Tri Dharma of Higher Education, specifically lecturers at Wijaya Putra University dedicate themselves to action activities (solidarity) for Jujitsu Dojo Wijaya Putra athletes in order to create a SIT UP aid as a product prototype. Making component and circuit designs and analyzing Material Strength Mechanics using the Static method with the help of SOLIDWORK 2023 SP5 software and Keyshot as a design rendering. The level of technological readiness which includes design and analysis as an indicator that shows how ready or mature a technology is to be applied. Selection of test specimens in the analysis of Material Strength Mechanics using the Static method using a Mounting Plate, the Mounting Plate consists of SITUP aid components. The Mounting Plate consists of 2 U Plates, 1 U Plate Connecting Shaft and 1 Radius Triangle Plate from all of these components are tied or connected using welding. The Mounting Plate material has a tensile strength of 620 Mpa and is given a load of 1,000 N precisely on the surface of the Radius Triangle Plate. The results of the Static test on the Mounting Plate obtained a minimum safety factor of 4.7, which means that this value is more than 1 and it can be said that the design is safe to use.

Keywords

*Appearance;
Athlete;
Design;
Jujitsu;
Solidwork;*

ABSTRAK

Peranan dosen dalam menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi tepatnya dosen Universitas Wijaya Putra mendedikasikan dirinya dalam aksi kegiatan (solidaritas) terhadap atlet Jujitsu Dojo Wijaya Putra dalam rangka menciptakan alat bantu SIT UP sebagai prototipe produk. Pembuatan desain komponen dan rangkaian serta analisa Mekanika Kekuatan Material menggunakan metode Statik dengan bantuan perangkat lunak SOLIDWORK 2023 SP5 dan Keyshot sebagai render desain. Tingkat kesiapan teknologi yang meliputi desain dan analisis sebagai indikator yang menunjukkan seberapa siap-nya atau matang-nya suatu teknologi dapat diterapkan. Pemilihan spesimen uji pada analisa Mekanika Kekuatan Material metode Statik menggunakan Plat Dudukan, Plat Dudukan terdiri dari komponen alat bantu SIT UP. Plat Dudukan terdiri atas 2 buah Plat U, 1 buah Poros Penghubung Plat U dan 1 buah Plat Segitiga Radius dari seluruh komponen tersebut diikat atau disambung menggunakan lasan. Material Plat Dudukan memiliki kekuatan tarik sebesar 620 Mpa dan diberikan beban sebesar 1,000 N tepatnya pada permukaan Plat Segitiga Radius. Hasil pengujian Statik pada Plat Dudukan mendapatkan angka keamanan (factor of safety) minimal sebesar 4.7 yang artinya nilai ini lebih dari 1 dan dapat dikatakan bahwa desain aman untuk digunakan.

PENDAHULUAN

Universitas Wijaya Putra memegang peranan yang sangat penting didalam pembinaan atlet Jujitsu tingkat se-Jatim setelah adanya nota kerjasama Memory of Understanding (MoU) antara pihak Universitas Wijaya Putra dengan KONI Jatim dan pengukuhan Bapak H. Taufiqurrahman, SH.,M.Hum (almarhum) selaku Ketua Umum IJI Jatim dilantik oleh Sekretaris Jenderal Pengurus Besar Institut Jujitsu Indonesia (PBIJI). Dalam berapa kejuaraan diantaranya piala KONI Surabaya, Kejuaraan antar Provinsi dan antar pelajar se-Jatim Dojo Wijaya Putra mampu mendominasi perolehan medali dan keluar sebagai juara umum. Atlet adalah individu yang sudah terlatih, memiliki keunikan, serta bakat dalam cabang keolahragaan [1].

Dojo Wijaya Putra pada saat ini memiliki 5 orang sensei atau pelatih serta memiliki 5 orang pendamping sebagai asisten pelatih. Dojo Wijaya Putra memiliki atlet 108 atlet yang terdiri dari: Sekolah Dasar jumlah peserta 35, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama jumlah peserta 40 anak, Sekolah Menengah atas dan Sekolah Menengah Kejuruan jumlah peserta 25 serta Mahasiswa jumlah peserta 8. Dojo Wijaya Putra dalam melaksanakan agenda kegiatan pelatihan Jujitsu

bertempat di lapangan sepak bola futsal juga bisa bertempat di aula-aula fakultas yang ada lainnya, peralatan penunjang Dojo Wijaya Putra memiliki matras puzzle 100 buah, samsak 5 buah, pacing pad 5 buah, sarung tinju 10 buah, deker dada dan kaki 10 buah dan resistance band 10 buah.

Keberhasilan prestasi Jujitsu Dojo Wijaya Putra dapat diukur dari keikutsertaan atlet dalam turnamen yang diselenggarakan oleh tingkat Kota, Wilayah dan Provinsi dengan hasil capaian membawa medali dan piala sebagai juara umum dengan memperhatikan keselamatan atlet yang lebih utamakan. Dari ajang turnamen Jujitsu yang ada selama ini pihak penyelenggara memberikan waktu 2 - 3 hari yang terbagi pada babak penyisihan sampai babak final, atlet Jujitsu diperkirakan bertanding sebanyak 4 - 6 kali bahkan lebih dan hal inilah yang menjadi permasalahan bagi atlet Jujitsu dikarenakan waktu istirahat dirasa relatif pendek memungkinkan pemulihan kebugaran tidak maksimal akibat dampak pukulan, tendangan, bantingan dan kuncian sehingga atlet tidak dapat meneruskan pertandingan dalam babak selanjutnya serta atlet dapat mengalami cedera. Dari area tubuh atlet yang sering mendapatkan pukulan dan tendangan tepatnya berada di bagian dada dan perut (sebagai point perhitungan). Dari permasalahan yang diungkapkan diatas mendapatkan kesimpulan bahwa untuk mendapatkan kebugaran tubuh yang cepat maka diperlukan tambahan/porsi latihan pada otot perut dengan menggunakan metode Sit Up menggunakan alat bantu sehingga otot perut terlatih dan dapat merespon gaya akibat pukulan, tendangan, bantingan dan kuncian lawan. Pembuatan alat bantu Sit Up perlu adanya TKT (Tingkat Kesiapan Teknologi) melalui tahapan perencanaan, pemodelan, pengujian fungsi atau performa dan pengujian keamanan produk untuk mendapatkan nilai angka keamanan produk.

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk menunjang keberhasilan dalam penelitian ini, maka dibutuhkan referensi penelitian sebelumnya melalui jurnal, prosiding, seminar hasil, website, blogger, katalog, youtube dan lain sebagainya dengan asumsi sebagai pembanding hasil penelitian atau mencari kesamaan penelitian yang digunakan di dalam pendalaman secara teoritis dan praktiknya guna mempermudah penelitian kita pada saat melakukan.

Alat Bantu Olahraga Sit Up

Alat bantu olahraga Sit Up adalah peralatan penunjang kegiatan olahraga Sit Up. Sit Up adalah gerakan yang membantu menjaga kesehatan tulang belakang sekaligus melatih dan membentuk otot perut supaya lebih kencang.

Prototipe

Prototipe adalah sebuah atau rangkaian proses perancangan sistem dengan cara membentuk contoh dan juga standar ukuran yang akan dikerjakan nantinya. Apabila pada perusahaan menggunakan prototipe, maka para pengembang dan pelanggan akan saling berinteraksi sampai hasil yang terbaik keluar. Tentu saja, perusahaan harus mengetahui kunci dari prototipe adalah dengan kebutuhan dengan sebagian adanya perangkat lunak [2].

Tingkat Kesiapan Teknologi

Tingkat Kesiapterapan Teknologi (atau *Technology Readiness Level TRL*) yang selanjutnya disingkat dengan TKT adalah tingkat kondisi kematangan atau kesiapterapan suatu hasil penelitian dan pengembangan teknologi tertentu yang diukur secara sistematis dengan tujuan untuk dapat diadopsi oleh pengguna, baik oleh pemerintah, industri maupun masyarakat. TKT merupakan ukuran yang menunjukkan tahapan atau tingkat kematangan atau kesiapan teknologi pada skala 1–9, yang mana antara satu tingkat dengan tingkat yang lain saling terkait dan menjadi landasan bagi tingkatan berikutnya [3].

CAD (*Computered Aided Design*)

SolidWorks adalah apa yang kita sebut “parametrik” modelling yang solid yang diperuntukan untuk pemodelan desain 3-D. Parametrik sendiri itu berarti bahwa dimensi dapat memiliki hubungan antara satu dengan yang lainnya dan dapat diubah pada saat proses desain dan secara otomatis mengubah part solid dan dokumentasi terkait (blueprint). SolidWorks sendiri

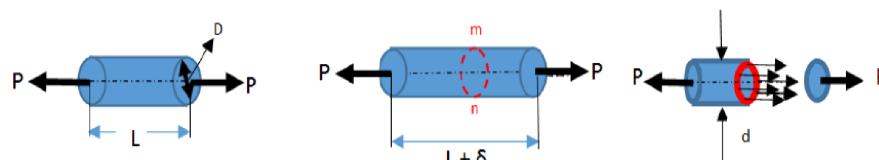
adalah software program mekanikal 3D CAD (computer aided design) yang berjalan pada Microsoft Windows. file SolidWorks menggunakan penyimpanan file format Microsoft yang terstruktur. Ini berarti bahwa ada berbagai file tertanam dalam setiap SLDDRW (file gambar), SLDprt (part file), SLDASM (file assembly), dengan bitmap preview dan metadata sub-file. Berbagai macam tools dapat digunakan untuk mengekstrak sub-file, meskipun sub-file dalam banyak kasus menggunakan format file biner. SolidWorks adalah Parasolid yang berbasis solid modelling, dan menggunakan pendekatan berbasis fitur-parametrik untuk membuat model dan assembly atau perakitan. Parameter mengacu pada pembatasan yang bernilai menentukan bentuk atau geometri dari model [4].

Mekanika Kekuatan Material

Mekanika kekuatan material (MKM) merupakan bagian ilmu mekanika yang mempelajari tentang beban-beban (lebih khusus beban eksternal) dan hubungannya dengan gaya-gaya internal yang terjadi pada suatu bagian struktur atau komponen. MKM sering disebut sebagai mekanika material (mechanics of materials) atau juga sering disebut sebagai kekuatan bahan (strength of materials). Metode-metode analitis yang dibahas dalam MKM, dapat menjelaskan tentang kekuatan (strength), kekakuan (stiffness), dan kestabilan (stability) dari bagian-bagian struktur dengan pembebanan tertentu [5].

Tegangan

Setiap material adalah elastis pada keadaan alaminya. Karena itu jika gaya luar bekerja pada benda, maka benda tersebut akan mengalami deformasi. Ketika benda tersebut mengalami deformasi, molekulnya akan membentuk ketahanan terhadap deformasi. Tahanan ini per satuan luas dikenal dengan istilah tegangan. Secara matematik tegangan bisa didefinisikan sebagai gaya per satuan luas. Konsep dasar dalam mekanika bahan adalah tegangan dan regangan. Untuk memahami konsep ini dapat ditinjau pada sebuah benda berbentuk batang prismatik seperti pada gambar berikut dibawah ini [6].



Gambar 1. Batang prismatik

Dengan asumsi bahwa tegangan terbagi merata pada setiap batang maka dapat diturunkan/dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana:

σ : Tegangan (N/mm²)

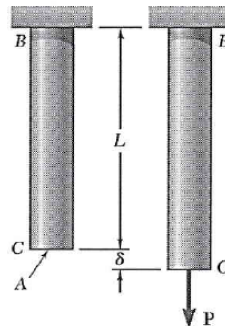
P : Besar gaya yang bekerja (N)

A : Luas penampang (mm²)

Simulasi dilakukan dengan mode Statik atau pembebanan berulang yang bersifat tetap (tidak terdapat gerakan atau getaran). Simulasi stress analysis dilakukan untuk mendapatkan hasil pembebanan Statik berupa σ (tegangan) [7].

Perubahan Bentuk

Ketika material diuji tarik dengan besar beban tertentu, akan mengalami yang namanya pertambahan panjang (deformasi) dan juga konsep regangan (ϵ) yaitu seberapa besar pertambahan panjang (δ) dibagi panjang awal (L) seperti pada gambar berikut di mana mula-mula material dalam keadaan diam kemudian ditarik dengan gaya sebesar (P).



Gambar 2. Konsep regangan

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad (2)$$

Dimana:

ε : Perubahan bentuk (mm)

δ : Perubahan panjang (mm)

L : Panjang awal (mm)

Modulus Elastisitas

Untuk material yang umum digunakan pada rekayasa besarnya modulus elastisitas pada material pada uji tekan memiliki nilai yang hampir sama dengan nilai yang diperoleh pada uji tarik. Dan berikut ini nilai elastisitas pada material yang akan dijelaskan pada tabel berikut dibawah ini

Tabel 1. Modulus elastisitas

No	Material	Modulus Elastisitas
1	Besi	200 – 220
2	Besi Tempa	190 – 200
3	Besi Cor	100 – 160
4	Tembaga	90 – 110
5	Perunggu	80 – 90
6	Aluminium	60 – 80
7	Timbal	10

Kekuatan Tarik dan Kekuatan Luluh

Kekuatan tarik adalah ketahanan baja terhadap patah di bawah tegangan tarik. Kekuatan tarik digunakan untuk menentukan titik ketika baja berubah dari deformasi elastis (sementara) menjadi deformasi plastis (permanen). Kekuatan luluh adalah tegangan maksimum yang dapat diberikan sebelum logam mulai berubah bentuk secara permanen. Jika tegangan ditambahkan ke logam tetapi tidak mencapai titik luluh, logam akan kembali ke bentuk semula setelah tegangan dihilangkan. Jika tegangan melebihi titik luluh, baja tidak akan dapat bangkit kembali. Kekuatan luluh merupakan batas atas beban yang dapat diberikan dengan aman ke logam, yang menjadikannya angka yang sangat penting untuk diketahui saat merancang komponen. [8].

Faktor Keamanan

Faktor keamanan adalah faktor yang memunculkan nilai yang diperoleh dari hasil analisa yang berupa nilai dan yang menjadi kesimpulan atau memutuskan hasil pengolahan data apakah desain produk tersebut aman untuk digunakan maka dapat diturunkan/dirumuskan sebagai berikut dibawah ini:

$$FK = \frac{\text{Hasil Tegangan Maksimal}}{\text{Kekuatan Tarik Bahan}} \quad (3)$$

Nilai faktor keamanan adalah sebesar 1 dan apabila hasil faktor keamanan yang didapatkan dari hasil pengujian atau perhitungan manual diatas 1 maka dapat menyimpulkan bahwa produk tersebut aman untuk digunakan.

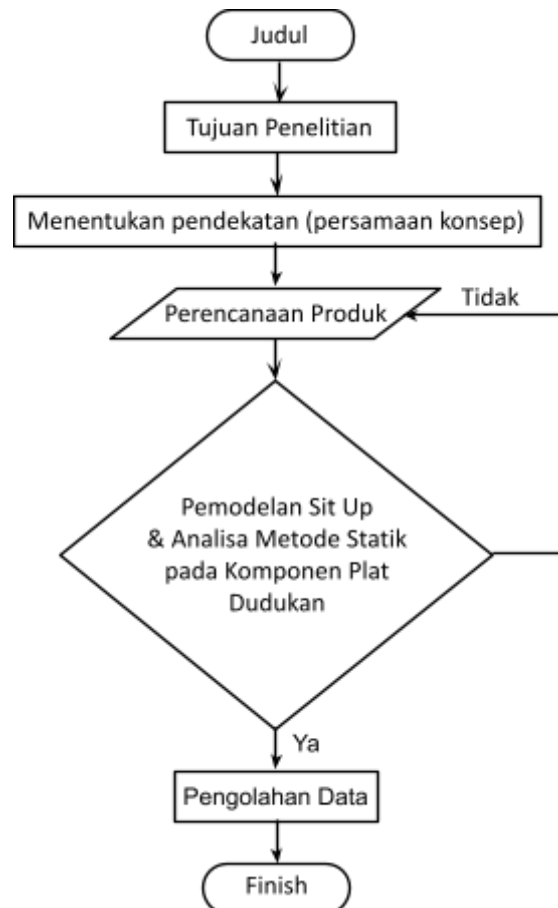
METODE

Metode Penelitian

Metode yang digunakan didalam penelitian ini dengan judul Rancang Bangun Alat Bantu Sit Up Penunjang Kesiapan Otot Perut Atlet Jujitsu Dojo Wijaya Putra adalah menggunakan metode P5MDP perencanaan, pemodelan, pengujian fungsi atau performa dan pengujian keamanan produk.

Diagaram Alir Penelitian

Berikut dibawah ini adalah gambar diagram alir penelitian dengan judul Rancang Bangun Alat Bantu Sit Up Penunjang Kesiapan Otot Perut Atlet Jujitsu Dojo Wijaya Putra.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Gambar diatas adalah gambar dari diagram penelitian yang berfungsi memvisualkan proses penelitian dari awal hingga akhir dan sebagai menentukan langkah-langkah atau tahapan penelitian secara sistematis.

Peralatan yang digunakan

Berikut dibawah ini peralatan yang digunakan dalam menyelesaikan proyek atau penelitian yang terdiri dari:

1. Laptop yang digunakan untuk desain dan analisa dengan spesifikasi sebagai berikut: ASUS TUF Gaming A15 dengan spesifikasi, Windows 11 Home Single Language, System Type 64bit, RAM 24.0 Processor AMD Ryzen 5 7535HS with Radeon Graphics 3.30 GHz.
2. Software desain dan analisis produk menggunakan Software SolidWork 2024 SP5.
3. Software Office menggunakan Ms Office 365 menggunakan versi Home and Student 2021 yang digunakan untuk konversi simulasi dan pengolahan data lainnya.

4. Alat ukur panjang menggunakan meteran tiktac 6 ft (2 meter).
5. Alat ukur berat menggunakan timbangan digital.

Pengukuran pada Atlet Jujitsu

Berikut dibawah ini adalah pengukuran pada bagian tubuh yang dilakukan terhadap atlet jujitsu



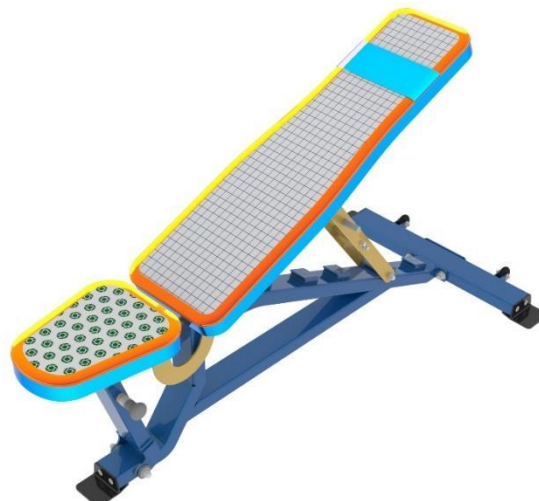
Gambar 4. Pengukuran pada atlet jujitsu

Pada gambar diatas adalah pengukuran atlet jujitsu gambar tersebut mewakili gambar pengukuran atlet yang lainnya. Pada pembuatan prototipe alat bantu Sit Up dimensi yang mempengaruhi terletak pada tinggi total atlet, panjang kaki, panjang tangan dan lebar bahu. Setelah mendapatkan data ukuran tubuh atlet jujitsu maka data diolah menjadi alat bantu Sit Up yang ideal artinya 1 alat dapat digunakan seluruh atlet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Alat Bantu Sit Up

Berikut dibawah ini adalah hasil pembuatan prototipe alat bantu Sit Up menggunakan perangkat lunak atau aplikasi SolidWork 2024 SP5.



Gambar 5. Hasil alat bantu Sit Up

Hasil penelitian Rancang Bangun Alat Bantu Sit Up Penunjang Kesiapan Otot Perut Atlet Jujitsu Dojo Wijaya Putra mendapatkan hasil Prototipe Produk alat bantu olahraga SIT UP yang dapat digerakan pada sudut 22°, 45°, 60° dan 90°.

Hasil Pemilihan Spesimen Uji

Berikut dibawah ini adalah hasil dari komponen Plat Dudukan yang digunakan sebagai spesimen uji.



Gambar 6. Hasil pemilihan spesimen uji

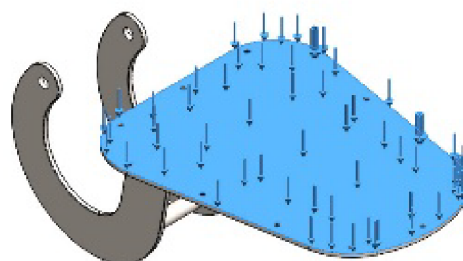
Pada gambar diatas adalah spesimen uji Plat Dudukan yang terdapat pada bagian alat bantu Sit Up tepatnya terdapat pada dudukan pengguna atlet jujitsu. Pemilihan sebagai spesimen uji dengan asumsi komponen Plat Dudukan sering mendapatkan beban terus menerus dan berulang-ulang komponen Plat Dudukan dianggap kritis dan perlu dilakukan analisa Statik. Plat Dudukan yang terdiri dari: 2 buah Plat U, 1 buah Poros Penghubung dan 1 buah Plat Segitiga Radius dari seluruh komponen tersebut diikat atau disambung menjadi satu kesatuan menggunakan lasan.

Hasil Menentukan Nilai Pembebanan

Dari hasil menghitung berat badan pada atlet jujitsu Dojo Wijaya Putra yang terdiri dari: sekolah dasar jumlah peserta 35 anak, sekolah lanjutan tingkat pertama jumlah peserta 40 anak, sekolah menengah atas dan sekolah menengah kejuruan jumlah peserta 25 serta mahasiswa jumlah peserta 8 mendapatkan nilai 108 peserta dengan nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 62 kg, berat alat bantu Sit Up 18 kg didapatkan nilai berat total (BT) sebesar 80 kg. Dan untuk memastikan pembebanan ideal (PI) maka nilai berat total (BT) sebesar 80 kg dikalikan dengan nilai batas aman (BA) $\frac{1}{4}$ menjadi 0.25 dan mendapatkan hasil sebesar 20 kg lalu nilai berat total (BT) sebesar 80 kg. Sehingga mendapatkan nilai pembebanan ideal (PI) adalah berat total (BT) + (PI) = 100 kg. Pada analisa Statik yang dilakukan pembebanan memiliki satuan newton dengan nilai didapatkan dari nilai satuan gravitasi sebesar 9.8 m/s² dibulatkan menjadi 10.0 m/s² sehingga mendapatkan nilai pembebanan ideal (PI) sebesar 1,000 N.

Hasil Menentukan Pembebanan

Berikut dibawah ini adalah hasil dari menentukan pembebanan (lokasi adan penempatan) pada Plat Dudukan



Gambar 7. Hasil menentukan pembebanan

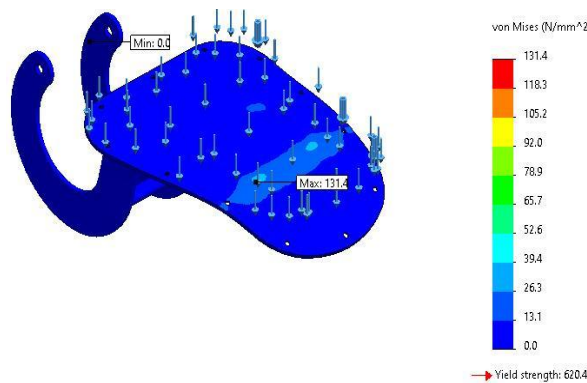
Pada gambar diatas menyatakan lokasi pembebanan yang ditunjukan dengan pemilihan permukaan (warna biru) tepatnya terjadi pada Plat Segitiga Radius dengan nilai 1,000 N.

Hasil Analisa Mekanika Kekuatan Material

Pada analisa Mekanika Kekuatan Material metode Statik yang sudah dilakukan berguna mendapatkan hasil perhitungan atau fenomena sekumpulan gaya yang berkumpul pada permukaan tertentu yang terjadi akibat pembebanan. Hasil analisa Mekanika Kekuatan Material metode Statik ditandai dengan diagram batang warna dengan pembacaan nilai pada samping kanan dari diagram batang warna. Warna merah yang terjadi pada permukaan produk dapat dibaca atau dilihat hasilnya pada diagram warna dan dapat dilihat nilainya dengan cara menyesuaikan warnanya. Pada diagram warna warna merah menunjukkan nilai maksimal dari pengujian dan warna biru menunjukkan nilai minimal dari pengujian.

Hasil Tegangan

Material yang digunakan pada spesimen Plat Dudukan adalah baja paduan rendah (alloy steel) yang memiliki Mass Density sebesar 7,700 kg/m³, Yield Strength sebesar 620 Mpa. Pemberian beban sebesar 1,000 N tepatnya pada permukaan Plat Segitiga Radius mendapatkan hasil sebagai berikut dibawah ini

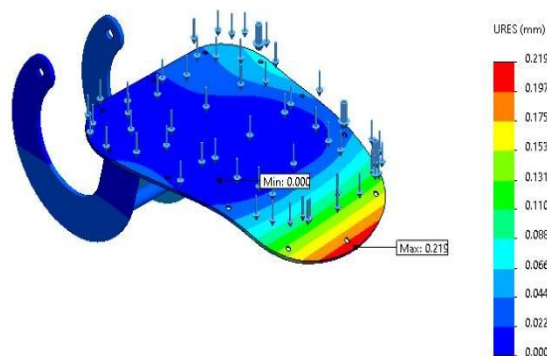


Gambar 8. Hasil tegangan

Dari gambar diatas mendapatkan nilai tegangan minimum sebesar 0.00 Mpa yang ditandai dengan warna biru terjadi pada seluruh permukaan dan mendapatkan nilai tegangan maksimum sebesar 131.4 Mpa yang ditandai dengan warna merah terjadi pada kedua sambungan pengelasan tepatnya pada Plat Segitiga Radius bagian belakang.

Hasil Perubahan Bentuk

Hasil perubahan bentuk terjadi akibat pemberian beban sebesar 1,000 N tepatnya pada permukaan Plat Segitiga Radius mendapatkan hasil sebagai berikut dibawah ini

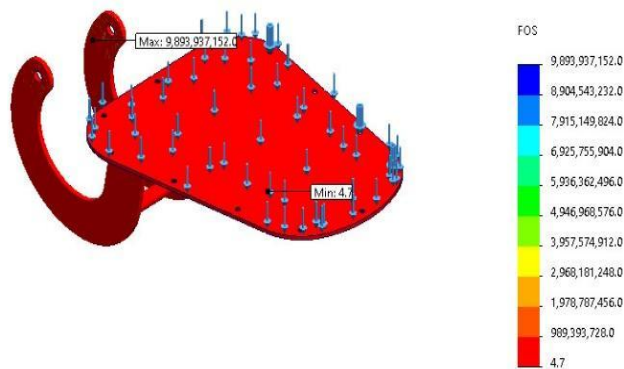


Gambar 9. Hasil perubahan bentuk

Dari gambar diatas mendapatkan nilai perubahan bentuk minimum sebesar 0.00 mm yang ditandai dengan warna biru terjadi pada kedua permukaan Plat U, Poros Penghubung Plat U dan bagian Plat Segitiga Radius tepatnya pada permukaan depan dan mendapatkan nilai maksimum sebesar 0.219 mm yang ditandai dengan warna merah terjadi pada Plat Segitiga Radius tepatnya pada permukaan bagian belakang.

Hasil Angka Keamanan

Hasil yang didapatkan dari angka keamanan terjadi akibat pemberian beban sebesar 1,000 N tepatnya pada permukaan Plat Segitiga Radius mendapatkan hasil sebagai berikut dibawah ini



Gambar 10. Hasil angka keamanan

mendapatkan nilai angka keamanan minimum sebesar 4.7 yang ditandai dengan warna merah terjadi pada seluruh permukaan kecuali pada kedua sambungan pengelasan tepatnya pada Plat Segitiga Radius bagian belakang dan mendapatkan nilai maksimum sebesar 9,893,937,152 yang ditandai dengan warna biru terjadi pada kedua sambungan pengelasan tepatnya pada Plat Segitiga Radius bagian belakang.

KESIMPULAN

Hasil analisa tegangan mendapatkan nilai tegangan maksimal sebesar 131,4 Mpa dan tegangan minimal sebesar 0.00 Mpa dimana nilai tersebut masih jauh dibawah nilai kekuatan tarik material sebesar 620.4 Mpa yang artinya belum mengalami deformasi plastis (masih di zona elastisitas) dan dapat dikatakan aman. Hasil analisa perubahan bentuk terjadi pertambahan panjang maksimal sebesar 0.219 mm dan dapat dikatakan aman (sangat kecil dan tidak menimbulkan dampak pada kerusakan). Hasil analisis angka keamanan mendapatkan hasil minimal sebesar 4.7 yang artinya nilai ini lebih dari 1 dan dapat dikatakan aman digunakan. Berdasarkan hasil nilai diatas tegangan, perubahan bentuk dan angka keamanan menyatakan bahwa Plat Dudukan pada alat bantu Sit Up aman untuk digunakan akan tetapi nilai ini sangat besar dan sebaiknya dilakukan topologi desain yang artinya bentuk Plat Dudukan dapat dilubangi pada bagian Plat Segitiga Radius guna berat menjadi lebih ringan dapat juga mengganti ketebalan plat pada Plat Dudukan dan dapat juga mengganti material menggunakan aluminium agar Plat Dudukan menjadi ringan. Hasil dari desain alat bantu olahraga Sit Up ini akan dikembangkan menjadi bentuk yang dapat dilipat, ringan, mudah dipasang dan dibawa kemana-mana, karena kebutuhan dalam kejuaran tingkat kota dan provinsi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lindha M, Dwi Nastiti. 2023 “Adversity Quotient Atlet Jujitsu yang Pernah Mengalami Cedera Ringan Pasca Pertandingan” Indonesian Journal of Innovation Studies, 21, 1-13. <https://ijins.umsida.ac.id/index.php/ijins/article/view/790/941?download=pdf>
- [2] Hendrik. Prototype adalah: Pengertian, Manfaat, Tujuan, dan Contohnya. Gramedia Blog. <https://www.gramedia.com/literasi/prototype/?srsltid=AfmBOorRfPSNX1yAHriKXEYf2e3Wm0fca1zfkxoSIto9uCI3SZU7w3gW>
- [3] Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT). 10 Januari 2024. Swiss Germany University. <https://arcs.sgu.ac.id/tingkat-kesiapan-teknologi/>
- [4] Solidworks Indonesia. 22 Februari 2016. Perbedaan SolidWorks dan AutoCad. Arisma Data. <https://arismadata.com/solidworks/blog/2016/02/perbedaan-solidworks-dan-autocad/>
- [5] Tangkuman Stenley. (2019). Mekanika kekuatan material. Manado: UNSRAT PRESS
- [6] Isworo, H. (2018). Mekanika Kekuatan Material. Banjarmasin: Universitas Lumbung Mangkurat.

- [7] Prabowo Dian, dkk. 2023 “Simulasi Tegangan (*Stress*) Pada Komponen Rangka Mesin Uji Tarik *Sealent* Menggunakan *Solidworks*. *Infotekmesin*, 14(02), 405-412. Politeknik Negeri Cilacap. <https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/infotekmesin/article/view/1947/631>
- [8] Kekuatan Tarik Baja vs Kekuatan Luluh Baja. Clifton Steel. <https://www.cliftonsteel.com/education/tensile-and-yield-strength>