

# Simulasi Pembebanan Statik pada *Stand Papan Tulis* Menggunakan *Software Solidworks 2023*

Fiqri Ikhsan Prathama<sup>\*1</sup>, Fedia Restu<sup>\*</sup> and Annisa Fyona<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

<sup>1</sup>E-mail: [fiqriikhsan242@gmail.com](mailto:fiqriikhsan242@gmail.com)

## Abstrak

Dalam penelitian ini dilakukan simulasi pembebanan statik pada *stand* papan tulis yang bertujuan untuk menguji kekuatan *stand* papan tulis jika terkena beban statik dan mengetahui nilai *von mises stress*, *displacement*, dan *factor of safety* pada *stand* papan tulis yang didesain menggunakan *software solidworks 2023*. Simulasi dilakukan pada material *galvanized steel* dengan ukuran 40 x 40 x 1,33 mm. Dari penelitian ini didapatkan nilai *von mises stress* maksimum pada *stand* papan tulis tanpa *support* sebesar 7,835 N/mm<sup>2</sup> (MPa), terjadi pada ujung batang hollow penopang papan tulis dan tegangan maksimum sebesar 5,425 N/mm<sup>2</sup> (MPa) pada *stand* papan tulis dengan *support*, terjadi pada batang hollow support sisi bawah. Tegangan minimum yang didapat dari kedua model tersebut yaitu 0 N/mm<sup>2</sup> (MPa), terjadi pada ujung batang hollow kaki paling bawah. Nilai *displacement* maksimum pada stand papan tulis tanpa support yaitu sebesar 0,024 mm dan pada stand papan tulis dengan *support* sebesar 0,013 mm, keduanya terjadi pada batang hollow bagian atas, batang hollow mengalami displacement ke arah atas. Nilai minimum displacement dari stand papan tulis tanpa support yaitu sebesar -0,198 mm dan pada stand papan tulis dengan support sebesar -0,090 mm, keduanya terjadi pada batang hollow bagian bawah yang menopang papan tulis, batang hollow mengalami displacement ke arah bawah. Perhitungan nilai *factor of safety* yang didapat pada *stand* papan tulis tanpa *support* didapatkan nilai sebesar 26,029 dan pada *stand* papan tulis dengan *support* didapatkan nilai sebesar 37,593. Sehingga dapat disimpulkan dengan penambahan support pada batang penyangga bawah papan tulis dapat memberikan kekuatan topang yang cukup signifikan.

**Kata kunci:** Simulasi, Beban Statik, *Solidworks*, *Von Mises Stress*, *Displacement*, *Factor of Safety*

## Abstract

In this research, a static loading simulation was carried out on a whiteboard stand with the aim of testing the strength of the stand when exposed to static loads and to determine the value of von Mises stress, displacement, and factor of safety on a whiteboard stand designed using Solidworks 2023 software. The simulation was carried out on galvanized steel material with dimensions of 40 x 40 x 1.33 mm. From this research, it was found that the maximum von Mises stress value on a whiteboard stand without support was 7.835 N/mm<sup>2</sup> (MPa), which occurred at the end of the hollow rod supporting the whiteboard, and the maximum stress was 5.425 N/mm<sup>2</sup> (MPa) on a whiteboard stand with support. occurs on the lower side of the hollow support rod. The minimum stress obtained from the two models is 0 N/mm<sup>2</sup> (MPa), which occurs at the end of the lower leg of the hollow rod. The maximum displacement value on a whiteboard stand without support is 0.024 mm, and on a whiteboard stand with support it is 0.013 mm. Both occur at the top of the hollow rod, and the hollow rod experiences displacement upwards. The minimum displacement value for a whiteboard stand without support is -0.198 mm, and for a whiteboard stand with support, it is -0.090 mm, both of which occur in the lower hollow rod that supports the whiteboard. The hollow rod experiences downward displacement. Calculating the factor of safety value obtained on a blackboard stand without support, the value was 26.029, and on the whiteboard stand with support, the value was 37.593. So it can be concluded that adding support to the bottom support rod of the whiteboard can provide quite significant supporting strength.

**Keywords:** Simulation, Static Load, Solidworks, Von Mises Stress, Displacement, Factor of Safety

## 1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini memiliki kemajuan terutama dibidang ilmu pengetahuan, sehingga perkembangan teknologi merupakan suatu hal yang tidak bisa kita hindari dikehidupan kita. Papan tulis merupakan suatu benda yang cukup penting dalam proses belajar mengajar, contohnya saja jika di dalam kelas, papan tulis merupakan alat yang penting untuk menyampaikan materi pembelajaran. Namun pemanfaatan papan tulis dirasa masih dapat ditingkatkan performanya, dengan penambahan alat yang fungsional untuk papan tulis itu sendiri[1]. Papan tulis yang ditempelkan ke dinding menggunakan paku dirasa kurang efektif dikarenakan kurangnya fleksibilitas jika ingin dipindahkan. Dengan adanya *stand* papan tulis, hal tersebut sangat memudahkan pekerjaan jika ingin memindahkan papan tulis dari satu tempat ke tempat lain.

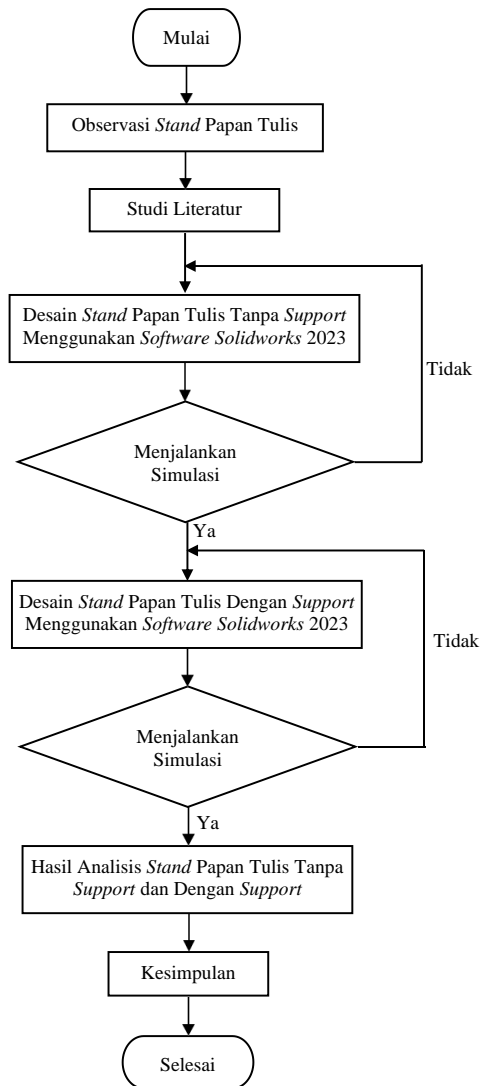
*Stand* papan tulis merupakan komponen yang cukup penting dalam memudahkan pekerjaan dikarenakan tidak perlu menempelkan papan tulis ke dinding menggunakan paku yang mana hal tersebut dapat menyusahkan jika ingin memindahkan papan tulis, juga bisa merusak dinding, dan mengurangi estetika. Dengan adanya *stand* papan tulis dengan mudah kita memindahkan papan tulis jika ada perubahan tata letak di dalam ruangan, atau jika ruangan sebelah yang tidak ada papan tulis dan ingin menggunakan papan tulis, dengan gampang dipindahkan dikarenakan papan tulis tidak menyatu dengan dinding.

Papan tulis merupakan salah satu alat yang cukup penting dalam proses belajar mengajar. Untuk mendapatkan hasil maksimal dari papan tulis, diperlukan *stand* papan tulis yang kokoh dan stabil. Benda yang diberi tekanan akan berubah dari bentuk aslinya, baik melalui perubahan bentuk atau ukuran, Pertambahan ukuran suatu benda karena adanya beban disebut pemanjangan atau elongasi. Sebaliknya, jika ukuran suatu benda mengecil setelah dibebani disebut pemendekan atau kontraksi. Pada proses deformasi, suatu benda menyerap energi dari gaya-gaya yang bekerja padanya sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk dan dimensi benda tersebut[2]. *Stand* papan tulis diharapkan untuk dapat menahan beban pada papan tulis dalam jangka panjang. Apabila *stand* papan tulis tidak memiliki kekuatan yang baik, maka akan mengalami deformasi pada penyangga bawah dikarenakan menahan beban yang berat dan lama. Oleh karena itu dibutuhkan simulasi pembebanan statik menggunakan *software solidworks 2023*.

*Solidworks* merupakan program desain yang banyak digunakan khususnya dibidang *engineering*, untuk mengerjakan desain produk, desain *mould*, desain mesin, desain konstruksi, dan keperluan lainnya. *Solidworks* menyediakan alat untuk menghitung dan menganalisis hasil desain seperti tegangan, deformasi, suhu, angin dan efek lainnya. *Solidworks* juga merupakan pemodelan berbasis fitur parametrik, yang dimana objek-objek dan hubungan antar geometrik bisa dimodifikasi lagi walaupun geometriknya sudah jadi tanpa harus mengulang lagi dari awal[3]. Tujuan dari tugas akhir ini yaitu, untuk mengetahui seberapa besar *von mises stress*, *displacement*, dan *factor of safety* yang didapat dari *stand* papan tulis tersebut terutama bagian penyangga bawah untuk menopang beban statik yang dialami jika disimulasikan menggunakan *software solidworks*.

## 2 Metodologi Penelitian

Untuk memperoleh data yang ada didalam penelitian ini, terdapat proses-proses dalam menjalankan penelitian terkait simulasi pembebanan statik pada *stand* papan tulis. Berikut Gambar 1 merupakan *flowchart* proses penelitian yang ada dalam penelitian simulasi pembebanan statik ini.



Gambar 1. *Flowchart* Proses Penelitian

### 1. Observasi

Tahap awal pada penelitian ini yaitu melakukan studi lapangan secara langsung. Melakukan pengumpulan data terkait pembuatan *stand* papan tulis, mulai dari material yang digunakan, diameter material yang digunakan, dan juga mengamati serta memperhatikan apa saja masalah yang terjadi pada stand papan tulis tersebut.

### 2. Studi Literatur

Setelah melakukan melakukan observasi dan mendapatkan data-data terkait *stand* papan tulis mulai dari material yang digunakan, diameter material, dll, selanjutnya Mengumpulkan informasi dan data terkait

penelitian yang dilakukan dari sumber-sumber seperti jurnal ataupun *e-book*.

### 3. Desain

Pembuatan 3d desain *stand* papan tulis bertujuan untuk memberikan detail gambar yang jelas pada *stand* papan tulis. Desain dilakukan menggunakan *software solidworks 2023*. Material yang digunakan dalam simulasi ini yaitu *galvanized steel* dengan ukuran 40 x 40 x 1.33 mm. besi galvanis merupakan material yang memiliki kandungan yang dapat tahan terhadap karat maupun korosi sehingga aman dengan kondisi cuaca hujan maupun panas karena memiliki kekuatan yang cukup baik[4]. Struktur rangka ditopang dengan 2 batang vertikal kiri dan kanan, 2 batang penyangga bawah dan atas, dan 2 batang kaki dibagian kiri dan kanan untuk menahan stand agar bisa berdiri dengan baik. Untuk 2 batang vertikal kiri dan kanan memiliki diameter 176 x 40 x 40 mm, untuk batang penyangga bawah dan atas memiliki ukuran 120.5 x 40 x 40 mm, dan untuk 2 batang kaki kiri dan kanan memiliki ukuran 400 x 40 x 40 mm. Berikut Gambar 2 dan Gambar 3 adalah desain dari *stand* papan tulis tanpa *support* dan *stand* papan tulis yang menggunakan *support*.



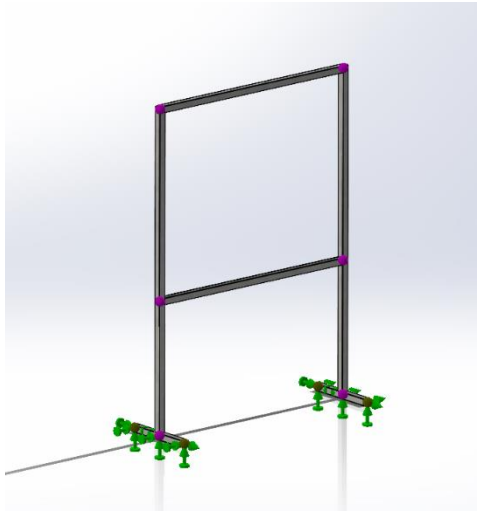
Gambar 2. *Stand* Papan Tulis Tanpa *Support*



Gambar 3. *Stand* Papan Tulis Tanpa *Support*

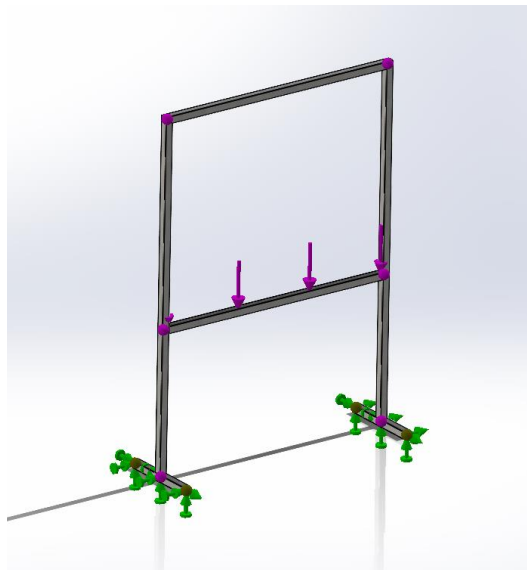
### 4. Simulasi

Simulasi desain *stand* papan tulis bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat *stand* papan tulis untuk menahan beban yang diberikan hingga mencapai kerusakan/patah, diantaranya untuk melihat tegangan *von mises stress*, *displacement*, dan *factor of safety*. Simulasi desain ini dilakukan menggunakan *software solidworks 2023*, dimulai dengan membuat desain *stand* papan tulis, memilih material yang ingin digunakan, memilih bagian kaki penopang sebagai geometri tetap (*fixed geometry*) seperti yang tertera pada Gambar 4.



Gambar 4. Memilih bagian *fix geometry*

Setelah menentukan bagian yang diberi *fix geometry*, selanjutnya memberikan beban pada batang penyangga bawah berupa gaya (*force*) sebesar 200N seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Beban yang diterima pada penyangga bawah

Langkah akhir sebelum memulai simulasi yaitu membuat *mesh* terlebih dahulu agar terbentuk elemen dan kita dapat melihat bagian bagian yang terkena stress yang tinggi dan rendah, setelah itu menjalankan analisis tegangannya.

#### 5. Hasil Analisis

Setelah melakukan simulasi pembebanan statik pada *stand* papan tulis dengan beban papan tulis sebesar 200N, kemudian mendapatkan hasil dari simulasi tersebut. Dengan menggunakan material *galvanized stell*, seberapa besar perbedaan *stress*, *displacement*, *factor of safety*, dan beban maksimal yang dapat di tampung

oleh *stand* papan tulis tanpa *support* dan *stand* papan tulis dengan *support*.

## 6. Kesimpulan

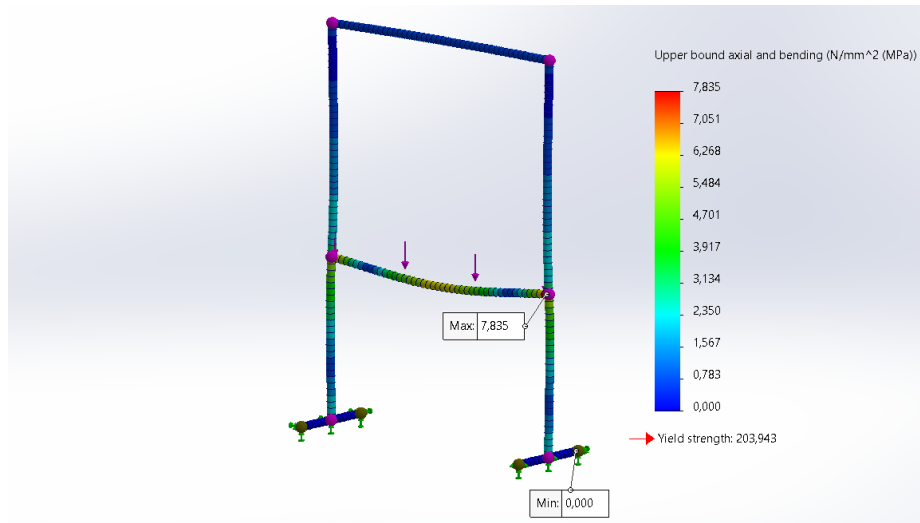
Setelah mendapatkan hasil dari simulasi, selanjutnya membuat kesimpulan terkait simulasi pada *stand* papan tulis yang sudah dilakukan menggunakan *software solidworks 2023*.

## 3 Analisa Data dan Pembahasan

Berikut adalah hasil yang didapat dari simulasi *stand* papan tulis tanpa *support* dan menggunakan *support* yang menggunakan dimensi profil *square tube* dan menggunakan material *galvanized steel* dengan beban dari papan tulis. Hasil-hasil simulasi yang akan ditampilkan yaitu *stress*, *displacement*, dan *factor of safety*.

### 1. Pembebanan Pada Stand Papan Tulis tanpa *Support*

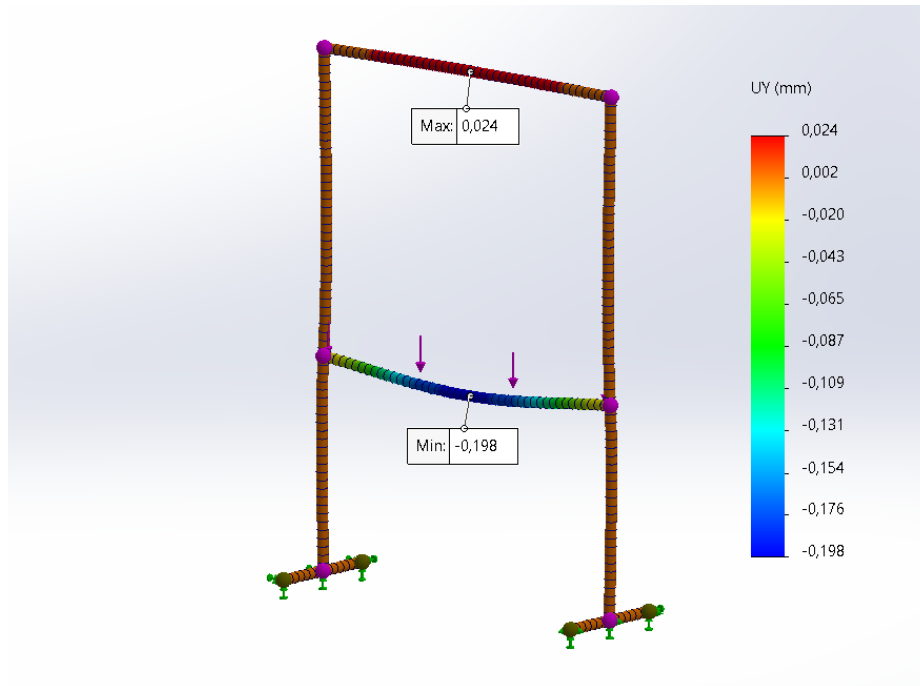
Hasil simulasi yang pertama yaitu *von mises stress*, hasil tegangan *von mises* maksimum yang didapat dengan beban papan tulis yang diberikan sebesar 200N dari simulasi pada *stand* papan tulis tanpa *support* ini ditunjukan dibagian yang berwarna merah sebesar 7,835 N/mm<sup>2</sup> (MPa) terletak di bagian sambungan antara penyangga bawah papan tulis dengan batang vertikal bagian kiri dan kanan. Kemudian hasil untuk tegangan *von mises* minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar 0.000 MPA terletak di bagian kaki penopang yang bersentuhan langsung dengan lantai. Untuk bagian yang berwarna biru tua memiliki nilai tegangan dengan kisaran 0 sampai 1,567 N/mm<sup>2</sup> (MPa), bagian yang berwarna biru muda memiliki nilai tegangan sebesar 2,350 N/mm<sup>2</sup> (MPa), bagian yang berwarna hijau memiliki nilai tegangan dengan kisaran 3,134 sampai 5,483 N/mm<sup>2</sup> (MPa), bagian yang berwarna kuning memiliki nilai tegangan dengan kisaran 5,484 sampai 6,268 N/mm<sup>2</sup> (MPa), bagian yang berwarna merah memiliki nilai tegangan dengan kisaran 6,269 sampai 7,835 N/mm<sup>2</sup> (MPa). Hasil tegangan statik dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil simulasi *von mises stress* pada *stand* papan tulis tanpa *support*

*Displacement* yang didapat dari simulasi ini menunjukkan area yang mendapatkan regangan maksimal sebesar 0,024 mm dengan ditunjukkan dengan gradiasi warna merah, pada bagian batang horizontal atas, *displacement* yang terjadi mengarah ke atas. sedangkan untuk nilai regangan minimal sebesar -0.198 mm terjadi pada area batang penyangga bawah, *displacement* yang terjadi mengarah ke bawah. Untuk bagian yang berwarna biru tua memiliki nilai *displacement* dengan kisaran -0,198 sampai -0,154 mm, bagian yang berwarna biru muda memiliki nilai *displacement* sebesar -0,131 mm, bagian yang berwarna hijau memiliki nilai *displacement* dengan kisaran -0,109 sampai -0,043 mm, bagian yang berwarna kuning memiliki nilai *displacement* sebesar -0,020 mm, bagian yang berwarna merah memiliki nilai *displacement*

dengan kisaran 0,002 sampai 0,024 mm. Hasil nilai *displacement* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil simulasi *displacement* pada stand papan tulis tanpa *support*

Setelah mengetahui hasil tegangan *von mises* dari stand papan tulis, selanjutnya mencari nilai *factor of safety*, jika nilainya kurang dari 1, maka produk tersebut bisa dikatakan tidak aman untuk digunakan, dibutuhkan modifikasi *design* atau pergantian material agar produk tersebut layak dan aman untuk digunakan. Jika nilainya lebih dari 1, maka produk tersebut layak dan aman untuk digunakan. *Factor of safety* dari rancangan stand papan tulis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$FOS = \frac{Yield\ Stress\ Material}{Von\ Mises\ Maximal}$$

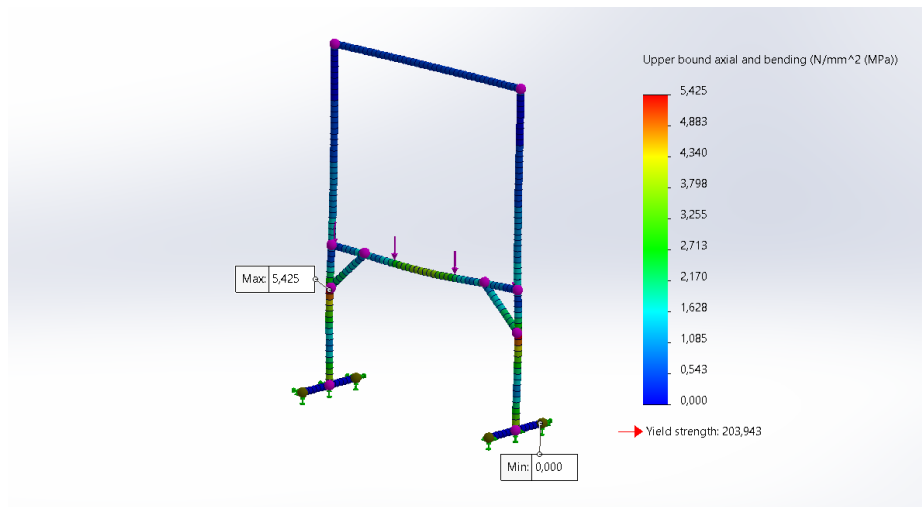
$$FOS = \frac{203.943\ Mpa}{7.835\ Mpa}$$

$$FOS = 26.029$$

## 2. Pembebanan Pada Stand Papan Tulis dengan *Support*

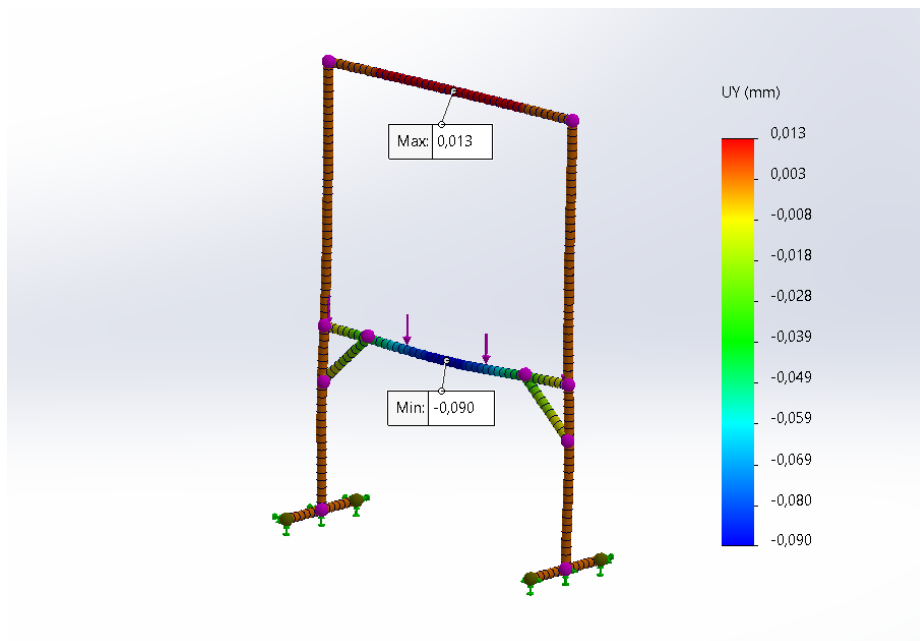
Hasil tegangan *von mises* maksimum yang didapat dari simulasi stand papan tulis dengan *support*, dengan beban papan tulis yang diberikan sebesar 200N ini ditunjukkan dibagian yang berwarna merah sebesar 5,425 N/mm<sup>2</sup> (MPA) terletak di *support* bagian bawah yang berhubungan dengan batang vertikal bagian kiri dan kanan. Kemudian hasil untuk tegangan *von mises* minimum ditunjukkan dengan warna biru sebesar 0.000 MPA terletak di bagian kaki penopang yang bersentuhan langsung dengan lantai. Untuk bagian yang berwarna biru tua memiliki nilai tegangan dengan kisaran 0 sampai 1,085 N/mm<sup>2</sup> (MPA), bagian yang berwarna biru muda memiliki nilai tegangan sebesar 1,628 N/mm<sup>2</sup> (MPA), bagian yang berwarna hijau memiliki nilai tegangan dengan kisaran 2,170 sampai 3,798 N/mm<sup>2</sup> (MPA), bagian yang berwarna kuning memiliki nilai tegangan sebesar 4,340 N/mm<sup>2</sup> (MPA), bagian yang berwarna merah memiliki nilai tegangan

dengan kisaran 4,883 sampai 5,425 N/mm<sup>2</sup> (MPa). Hasil tegangan statik dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil simulasi *von misses stress* pada *stand* papan tulis dengan *support*

*Displacement* yang didapat dari simulasi ini menunjukkan area yang mendapatkan regangan maksimal sebesar 0,013 mm dengan ditunjukkan dengan gradiasi warna merah, pada bagian batang horizontal atas, displacement yang terjadi mengarah ke atas. Sedangkan untuk nilai regangan minimal sebesar -0,090 mm terjadi pada area batang penyangga bawah, displacement yang terjadi mengarah ke bawah. Untuk bagian yang berwarna biru tua memiliki nilai displacement dengan kisaran -0,090 sampai -0,069 mm, bagian yang berwarna biru muda memiliki nilai displacement sebesar -0,059 mm, bagian yang berwarna hijau memiliki nilai displacement dengan kisaran -0,049 sampai -0,018 mm, bagian yang berwarna kuning memiliki nilai displacement sebesar -0,008 mm, bagian yang berwarna merah memiliki nilai displacement dengan kisaran 0,003 sampai 0,013 mm. Hasil nilai *displacement* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil simulasi *displacement* pada *stand* papan tulis dengan *support*

Setelah mengetahui hasil tegangan *von mises* dari *stand* papan tulis, selanjutnya mencari nilai *factor of*

*safety*, jika nilainya kurang dari 1, maka produk tersebut bisa dikatakan tidak aman untuk digunakan, dibutuhkannya modifikasi design atau pergantian material agar produk tersebut layak dan aman untuk digunakan. Jika nilainya lebih dari 1, maka produk tersebut layak dan aman untuk digunakan. *Factor of safety* dari rancangan stand papan tulis dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$FOS = \frac{Yield\ Stress\ Material}{Von\ Misses\ Maximal}$$

$$FOS = \frac{203.943\ Mpa}{5.425\ Mpa}$$

$$FOS = 37.593$$

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang didapat menggunakan *software solidworks 2023* pada *stand* papan tulis tanpa *support* dan *stand* papan tulis dengan *support* diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan simulasi yang sudah dilakukan, tegangan yang didapat dari simulasi *stand* papan tulis tanpa *support* dengan beban papan tulis yang diberi sebesar 200N, mendapatkan tegangan maksimum sebesar 7,835 N/mm<sup>2</sup> (MPA). Untuk *stand* papan tulis dengan *support* didapatkan tegangan maksimum sebesar 5,425 N/mm<sup>2</sup> (MPA).
2. Berdasarkan hasil simulasi pada *stand* papan tulis tanpa *support* menunjukkan hasil *displacement* maksimum sebesar 0,024 mm dan minimum sebesar -0,198 mm. Untuk *stand* papan tulis dengan *support* didapatkan *displacement* maksimal sebesar 0,013 mm dan minimum sebesar -0,090 mm.
3. Berdasarkan hasil perhitungan *factor of safety* pada *stand* papan tulis tanpa *support* didapatkan nilai sebesar 26,029 dan pada *stand* papan tulis dengan *support* didapatkan nilai sebesar 37,593. Kedua *stand* papan tulis tersebut sangat aman dikarenakan nilainya diatas 1. Semakin besar faktor keamanan (*Factor of safety*) yang didapatkan maka semakin baik. Jadi dapat disimpulkan dengan penambahan *support* pada penyangga bawah dapat menghasilkan kekuatan *stand* papan tulis yang cukup signifikan dibanding *stand* papan tulis yang tidak menggunakan *support*.

#### 5 Daftar Pustaka

- [1] T. F. Prasetyo, H. Sujadi and R. M. Azizi, "DESAIN DAN PENGEMBANGAN PERALATAN REKAYASA OTOMATIS PADA PAPAN TULIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO R3 TERINTEGRASI DENGAN ANDROID," *INFOTECH*, vol. 6, pp. 57-64, 2020.
- [2] I. N. A. Adi Saputra, K. R. Dantes and I. N. P. Nugraha, "ANALISIS TEGANGAN STATIK PADA RANCANGAN FRAME MOBIL LISTRIK GANESHA SAKTI (GASKI) MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS 2014," *JJTM, Vol. 6 No. 2, Agustus 2018*, vol. 6, pp. 113-120, 2018.
- [3] E. Prasetyo, "Analisis Kekuatan Rangka pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solid Works," *Rekayasa, 2020; 13(3)*, vol. 13, pp. 299-306, 2020.
- [4] T. Wahyuningsih and M. S. E. Saputra, "ANALISIS PROSES PENGELASAN PADA MATERIAL PIPA GALVANIS DENGAN TYPE PENGELASAN SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW)," *JMEPT, Vol 1, No 1 August 2020*, vol. 1, pp. 56-60, 2022.