RANCANG BANGUN ALAT UKUR BERAT *TIRE* DI QA MOTOCYCLE

Rachmat Antaseno Sitepu[1)]
Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal
senoanta@gmail.com

Ilham Taufik Maulana[2)]
Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal
ilham.tmaulana@gmail.com

Keywords :

Industrial Applications
Load Cell
Website

Abstract :

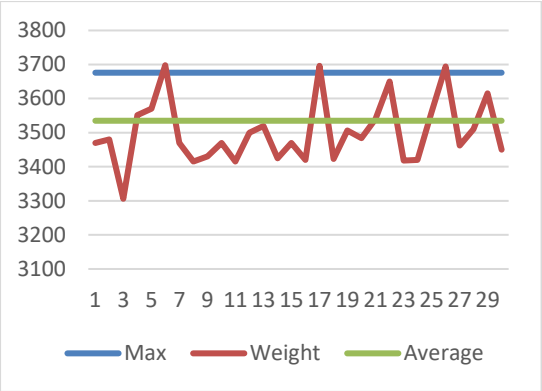
The objective of this research is to design and develop a web-based tire weight measurement system. The system aims to provide a convenient and efficient solution for measuring the weight of tires in various industrial applications. The proposed system utilizes web-based technology to enable users to access and operate the system remotely.The measurement device is equipped with load cells and sensors to accurately measure the weight of the tire. The acquired data is then transmitted to the web-based interface through a wireless connection. The interface allows users to initiate and control the measurement process, view real-time weight data.The development process involves designing and implementing the hardware components, developing the web-based interface using modern web technologies such as HTML, CSS, and JavaScript, and setting up a secure backend database to store and manage the measurement data. Additionally, extensive testing and calibration procedures are conducted to ensure the accuracy and reliability of the system. In conclusion, this research presents the design and development of a web-based tire weight measurement system, offering a convenient, accurate, and efficient solution for measuring tire weight in industrial applications. The system's implementation and testing demonstrate its potential to improve productivity and decision-making processes in the tire industry, paving the way for future advancements in tire weight measurement technology.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

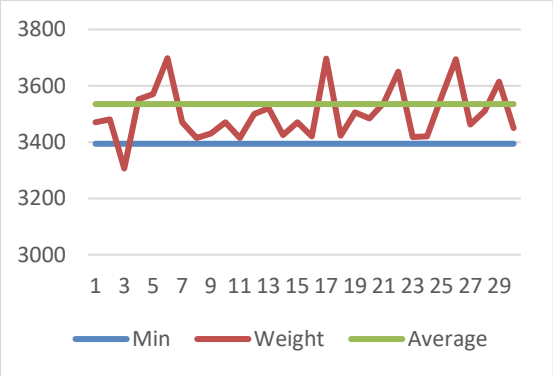
Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini telah membawa banyak perubahan dalam segala aspek kehidupan manusia. Manufaktur tidak terkecuali, mencari penemuan untuk mengikuti perkembangan zaman. Hal ini mengakibatkan persaingan yang lebih baik dalam bidang industri manufaktur. Hal ini memungkinkan terciptanya mesin canggih yang dapat memproduksi barang secara massal dalam waktu singkat. Menggunakan mesin akan meningkatkan produktivitas. Dengan meningkatnya produktivitas, maka harus diimbangi dengan peningkatan kualitas produksi. Untuk menjaga kualitas produksi, semua pihak harus bekerja sama untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Salah satu departemen yang bertanggung jawab untuk memastikan kualitas proses dan hasil produksi adalah departemen *Quality Assurance* (QA). Departemen QA bertanggung jawab untuk memastikan kualitas didalam proses produksi dan produk guna berjalan dengan lancar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

QA *Motorcycle* merupakan departemen yang berfungsi untuk memastikan produk ban sepeda motor memiliki kualitas yang baik saat sampai ke tangan konsumen. Dalam menjalankan fungsinya, QA *Motorcycle* Departemen terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian proses dan bagian produk. Pada QA produk terdapat beberapa *activity* pengecekan untuk mengukur berat tire agar dapat sesuai dengan standar yang ada. Salah satu aspek yang dilakukan adalah pengambilan sample data stok tire digudang persize Sebanyak 30 Pcs. Hal ini dilakukan untuk mendeteksi adanya tire yang under atau over weight. adapun contoh pengambilan sampel data berat tire sebagai berikut:



Gambar I. Data *Over Weight*
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

Berdasarkan Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa data *over weight tire* dapat terjadi karena adanya material yang berlebih salah satunya lapisan *ply* berlebih. Pada Gambar II, menunjukan bahwa data *underweight tire* yang disebabkan adanya material yang kurang salah satunya terjadi di proses *building* karena lapisan *ply* yang kurang.



Gambar II. Data *Under Weight*
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

Kondisi yang terjadi saat ini, proses pengukuran dilakukan dengan cara pengambilan sampel data yang kemudian ditimbang dan diukur berat *tire*nya dalam setiap *size*-nya. Pada saat inspektor melakukan pengukuran berat *tire*, inspector harus meminjam timbangan tersebut ke departemen *quality control (*QC*)* yang letak alat tersebut berada di bagian proses *final inspection* sehingga dapat menghambat proses pengambilan sampel data. Selanjutnya, Pendataan hasil pengambilan sampel data masih menggunakan *cheek sheet* sehingga informasi tersebut tidak dapat di akses secara *real-time* dikarenakan penyerahan cheek sheet kepada team leader tidak diberikan secara langsung setelah pengambilan sampel. Selain itu perkembangan revolusi industri 4.0 yang memungkinkan informasi dapat diakses di mana saja dan kapan saja tanpa batas waktu asalkan terkoneksi dengan internet maka dibuat sistem untuk mengakses informasi secara real-time. Berdasarkan latar belakang yang terjadi memiliki gagasan untuk merancang sebuah alat untuk mengukur berat *tire* dengan berbasis web sehingga dapat diakses oleh inspektor dan memudahkan dalam melakukan pengambilan sampel data.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka permasalahan yang dapat dirumuskan yaitu:

1. Dibutuhkan Pendataan hasil pengambilan sampel data masih menggunakan *cheek sheet*, Sehingga data tidak dapat diberikan secara langsung.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Sistem kontrol menggunakan Arduino UNO.
2. Penelitian ini tidak membahas koneksi jaringan.

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis melakukan penulisan ini bertujuan sebagai berikut:

1. Merancang bangun sistem alat ukur berat tire berbasis *web*, sehingga data hasil pengukur sampel dapat diakses secara *real-time*.

1.5 Manfaat Penelitian

Tujuan yang akan dicapai oleh penulis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menyajikan data dalam bentuk excel untuk mempermudah proses *reporting*.
2. Mengurangi penggunaan *cheek sheet*.
3. Data hasil pengukuran sampel tire dapat di akses secara *real-time*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Pustaka

Pada bagian ini, penulis memaparkan teori-teori yang berhubungan dengan kajian sebelumnya. Pada Tabel I memaparkan kajian teori sebelumnya yang digunakan penulis pada penelitian ini.

Tabel I. Kajian Teori

Nama Penulis & Tahun	Judul	Hasil Kajian
Muslimin, Lestari (2021)	Perancangan Alat Timbangan Digital Berbasis *Arduino* Leonardo Menggunakan Sensor *Load Cell*	Dalam penelitian ini, metode regresi polinomial orde kedua digunakan. Perbedaan / kesalahan rata-rata adalah (0,66g) dibandingkan dengan

		timbangan digital standar
Muhammad Muchid, Ahmad Suwondo, E. Hardjoko (2018).	Analisa *Static* Pada Mesin Penghalus *Roll Conveyor* Menggunakan Solidwork	Pada penelitian ini desain proses *Solidwork* mendapati bahwa beban yang akan diterima oleh flands sebesar 258 N.
Ready Krisna Suprapto, Wibawa, Lasinta Ari Nendra (2021)	Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga	Pada penelitian ini, tegangan *von Mises* maksimum terjadi pada baja 50 x 50 x 1,2 mm pada 115,6 MPa Menggunakan bahan ASTM A36 dan ASTM A500

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Rancang Bangun

Menggambarkan detail arsitektural, komponen, dan kendala yang akan ditemui selama proses tersebut merupakan bagian dari proses desain, yaitu proses mendefinisikan apa yang perlu dilakukan dengan menggunakan berbagai teknik. design atau desain adalah rangkaian langkah-langkah yang menggambarkan secara rinci bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan dengan menerjemahkan temuan analisis ke dalam bahasa pemrograman. Tindakan berbagi sistem baru atau mengubah atau meningkatkan sistem yang ada secara keseluruhan disebut membangun atau membangun sistem. Akibatnya, delineasi, perencanaan, gambar, atau pengaturan sejumlah bagian sinkron menjadi unit fungsional yang koheren ketika berbicara tentang desain, itulah yang dimaksud. Dengan menggunakan metode ini, desain didefinisikan sebagai proses mengubah apa yang akan terjadi selama analisis sebagai paket perangkat lunak, diikuti dengan pembuatan atau penyempurnaan sistem yang ada (Rahmat Gunawan et al., 2021).

2.2.2 *Solidworks*

Dengan kata lain, program CAD (*Computer Aided Design*) adalah aplikasi kerja yang menyediakan pemodelan padat parametrik yang sangat mudah berdasarkan fitur gambar. *Solidwork* menawarkan model-model berikut: Menggambar, perakitan, dan bagian. Perangkat lunak yang berbasis analisis, seperti *Solidwork* untuk simulasi, komputasi dinamika fluida, olahraga, dan studi plastik (Muchid et al., 2018).

2.2.3 *Finite Elemen Analysis* (FEA)

Metode numerik yang dikenal sebagai analisis elemen hingga (FEA) didasarkan pada intensitas komputasi. Defleksi, ketegangan, getaran, tekuk, dan sikap poli-perlakuan lainnya adalah contoh perilaku struktural. Penerapan analisis elemen hingga untuk berbagai bidang dan bisnis. Struktur dipecah menjadi strategi blok kecil atau elemen sederhana menggunakan metode elemen hingga. Kumpulan persamaan yang relatif mudah dapat digunakan untuk mewakili sikap elemen individu. Persamaan menggambarkan perilaku primitif elemen individu yang digabungkan menjadi sistem persamaan yang sangat besar yang menggambarkan perilaku seluruh struktur, seperti menggabungkan dan membuat item koleksi (Muchid et al., 2018).

2.2.4 Deformasi

Perubahan fisik yang disebabkan oleh gaya atau beban pada asal benda disebut deformasi. Deformasi plastis dan deformasi elastis adalah dua jenis distorsi. atau beban dihilangkan. Secara alami, karena ini tentang desain kalimat, hanya deformasi elastis yang digunakan karena tegangan maksimum tidak dapat melebihi batas elastis (Suprapto & Wibawa, 2021).

2.2.5 Tegangan Von Mises

Jenis tegangan tarik uniaksial yang dikenal sebagai tegangan von mises memiliki potensi untuk menghasilkan energi polarisasi yang sama dengan jumlah tegangan operasi. Stres terkait mises. Efek material yang dimuat sulit diprediksi (Suprapto & Wibawa, 2021).

2.2.6 Load Cell

Faktor yang sering digunakan untuk menilai keamanan suatu unsur adalah faktor keamanan. Faktor keamanan yang harus dihindari kegagalan dan untuk menentukan apakah desain sensor yang dirancang berperan harus memiliki nilai lebih besar dari 1. Nilai faktor keamanan dapat dinyatakan aman (Suprapto & Wibawa, 2021).

Faktor keamanan didefinisikan sebagai berikut (Khurmi & Gupta, 2005)

1. Perbandingan antara tegangan maksimum dan tegangan kerja aktual atau tegangan izin (Khurmi & Gupta, 2005):

$$FS = \frac{\sigma_{maks}}{\sigma_{allowable}} \quad \text{..... (2. 1)}$$

2. Perbandingan tegangan tarik ultimate dengan tegangan tarik izin (Khurmi & Gupta, 2005):

$$FS = \frac{\sigma_{ultimate}}{\sigma_{allowable}} \quad \text{..... (2. 2)}$$

2.2.5 Beban Benda

Untuk mengetahui massa suatu benda dengan diketahui volume dan massa jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Sularso & Suga, 2004b):

$$m = v \times \rho \quad \text{.....(2. 3)}$$

Keterangan:
m = Massa (kg)
v = Volume (m^3)
ρ = Massa jenis (kg/ m^3)

2.2.6 Sambungan Las

Tindakan menggabungkan dua atau lebih potongan logam bersama-sama dengan hasil energi panas dalam perubahan struktur metalografi, deformasi, dan tegangan termal di sekitar logam. Ini dikenal sebagai pengelasan. Selama proses pengelasan, penting untuk mencari arus, kecepatan pengelasan, dan input panas yang optimal untuk mengurangi efek negatif dari tahap awal kesalahan (Nugroho & Setiawan, 2018)

2.2.7 Sambungan Baut

Sambungan baut adalah sambungan yang tidak tetap artinya sambungan ini dapat dibuka kembali tanpa merusak sambungan. Sambungan ini terdiri dari baut dan mur sehingga dapat dibuka kembali dengan mudah. Dimana sambungan ini sering digunakan untuk menggabungkan 2 buah komponen pada mesin (Khurmi & Gupta, 2005).

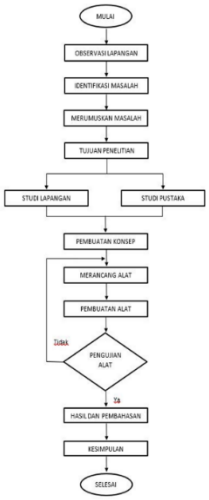
2.2.8 Alat Ukur

Alat ukur adalah alat untuk memastikan jumlah atau harga suatu benda atau benda tertentu. Untuk memastikan bahwa nilai yang diperoleh selama proses pengukuran akurat, perlu diperhatikan cara penggunaan alat ukur yang tepat. Agar alat ukur dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan, maka perlu juga dipastikan kondisinya baik, normal, dan bebas dari cacat (Wilantara et al., 2019).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Pada sebuah penelitian pastilah memiliki langkah langkah yang digunakan untuk mencapai tujuan dari sebuah penelitian. Pada Gambar III menunjukkan gambaran alur penelitian rancang bangun alat ukur berat *tire* berbasis web.



Gambar III. Alur Penelitian
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

3.2 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan di departement *Quality Assurance - Motorcycle*, khususnya area gudang bagian *product inspection.* Waktu penelitian dilakukan selama kurang lebih 6 bulan, yaitu terhitung sejak tanggal 20 Februari 2023 sampai dengan 23 Juni 2023. Jadwal penelitian yang dilakukan penulis dapat dilihat pada Tabel III.

Tabel III. Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Observasi Lapangan						
2	Identifikasi Masalah						
3	Merumuskan Masalah						
4	Tujuan Penelitian						
5	Studi Lapangan						
6	Studi Pustaka						
7	Pembuatan Konsep						
8	Merancang Alat						
9	Pembuatan Alat						
10	Pengujian Alat						
11	Hasil Dan Pembahasan						
12	Kesimpulan						

(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

4. HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Alat

Pada bagian ini membahas tentang gambaran alat ukur berat *tire* sebelum TA dan Sesudah TA.

4.1.1 Alat Ukur Berat *Tire* Sebelum TA

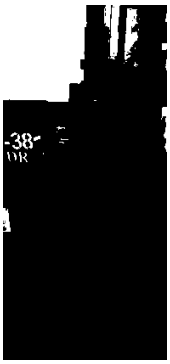
Gambaran alat ukur sebelum TA yang dapat dilihat pada Gambar VII.

Gambar IV. Alat Ukur Berat Sebelum TA
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

Pada Gambar IV menunjukkan kondisi alat ukur berat *tire* inspeksi sebelum adanya sistem. Alat ukur tersebut belum memiliki sistem yang dapat mempermudah *inspector* dalam pengambilan sampel data berat *tire* dan belum memiliki *handle* pendorong untuk memudahkan *inspector* dalam memindahkan alat tersebut.

4.1.2 Alat Ukur Berat *Tire* Sesudah TA

Gambaran alat ukur berat sesudah TA yang dilakukan oleh penulis dapat dilihat pada gambar VIII.

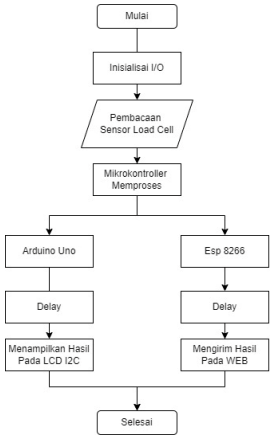


Gambar V. Alat Ukur Berat Sesudah TA
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2022)

Pada Gambar V menunjukkan hasil rancang bangun alat ukur berat *tire*. Alat ukur tersebut memiliki keunggulan dibandingkan dengan alat ukur sebelum TA. Alat ukur ini dapat melihat hasil pengambilan sampel data di *website* ditambah adanya *handle* pendorong yang memudahkan *inspector* dalam menggunakan alat tersebut.

4.2 Cara Kerja Alat Ukur Berat *Tire*

Cara kerja alat ini membaca data yang berulang ulang dari arduino yang diprogram sesuai dengan yang ditentukan, alur dimulai dari inputan sensor load cell membaca berat yang diberikan penguat modul HX711 lalu dikontrol oleh arduino yang sudah diprogram lalu mikrokontroler memproses dan mengirim sinyal ke arduinon Uno untuk menampilkan hasil berat pada Liquid crystal display (LCD) 16x2, dan selanjutnya yaitu Esp 8266 dengan mengirim sinyal menuju Esp 8266 yang kemudian mengirimkan hasil pada web dan dapat di export dalam bentuk excel dilihat pada Gambar IX.



Gambar VI. Flowchart Cara Kerja Alat
(Sumber : Hasil Kajian Penulis, 2023)

4.3 Perhitungan Massa Part

Perancangan alat ukur berat tire terdiri dari beberapa komponen. Perhitungan massa komponen dilakukan berdasarkan ukuran dan jenis material menggunakan software Solidworks 2019 untuk mencari volume dari setiap komponen. Selanjutnya, perhitungan massa dari suatu benda dapat dihitung dengan cara mengkalikan volume benda tersebut yang telah diketahui dengan massa jenis material yang digunakan. Massa jenis dari berbagai jenis material mempunyai hasil yang berbeda beda sesuai dengan ketetapan. Hasil dari perhitungan massa ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar total massa dari perancangan alat ukur berat tire Berikut perhitungan berat setiap komponen pada perancangan alat ukur berat tire:

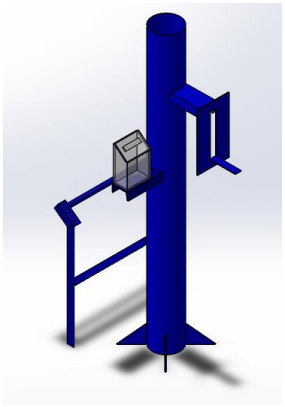
4.3.1 Part dan Massa

Tabel IV. Part dan Massa

No	Nama Komponen	V (m^3)	m (Kg)	W (N)
1	Pipa Utama	0,120724401	9,476	92,8

2	Besi UNP	0,017119505	2,687	26,332
3	Plat Segitiga	0,002412856	0,757	7,4186
4	Plat Gantungan Tire	0,018615708	1,461	14,317
5	Box Panel	0,036016616	0,464	4,547
6	Pipa *Handle* Pendorong	0,0068674	0,539	5,2822
7	Besi Siku Penopang Pipa	0,003032986	0,476	4,6648
8	Besi Siku Penopang Rangka Pendorong	0,016544672	2,597	25,450
9	Besi Siku Penguat Rangka Pendorong	0,00015573254	1,222	11,975
10	Plat Penopang	0,125	9,812	96,157
11	Besi Siku Penopang Plat 1	0,015328018	4,812	47,157
12	Besi Siku Penopang Plat 2	14613,938	1,147	11,240
13	Besi Siku Penopang Plat 3	0,007182425	0,563	5,517
14	Besi Siku Penopang Plat 4	0,6747608	0,529	5,184
15	Besi Plat Dudukan Roda	0,0019668	0,617	6,0466

4.3.2 Perhitungan Massa Kerangka Atas, Kerangka Handle Pendorong dan Tire



Gambar VII. Kerangka Atas dan Kerangka Handle Pendorong

Gambar 49 merupakan hasil *assembly* kerangka atas. Tersusun dari pipa besi, besi UNP, plat gantungan *tire*, plat penopang pipa dan *box* panel. Kerangka bagian atas dibuat menggunakan material ASTM A36 kecuali *box* panel yang terbuat dari bahan PVC, maka berat dari keseluruhan komponen pada kerangka atas dapat dilihat pada tabel 7 sebagai berikut:

Tabel V. Komponen Part

No	Nama Komponen	Jumlah Komponen	Beban Komponen (N)	Jumlah Beban (N)
1	Pipa Utama	1	92,8	92,8
2	Besi UNP	2	13,16	26,3
3	Plat Gantungan *Tire*	1	14,3	14,3
4	Plat Segitiga	4	1,8	7,4
5	*Box* Panel	1	4,5	4,5
	TOTAL BEBAN			145,3

Berdasarkan hasil analisa tersebut maka didapat beban total dari *parts* kerangka atas adalah 145,3 N

Lalu untuk hasil *assembly* kerangka pendorong tersusun dari pipa besi dan besi siku. Kerangka bagian atas alat ini dibuat menggunakan material ASTM A36, maka berat dari keseluruhan komponen pada kerangka atas dapat dilihat pada tabel 8 sebagai berikut:

Tabel VI. Komponen Part

No	Nama Komponen	Jumlah Komponen	Beban Komponen (N)	Jumlah Beban (N)
1	Pipa *Handle* Pendorong	1	5,2	5,2
2	Besi Siku Penopang Pipa	2	2,3	4,6
3	Besi Siku Penopang Rangka	2	12,7	25,4
4	Besi Siku penguat Rangka	1	11,9	11,9
	TOTAL BEBAN			47,1

Berdasarkan hasil analisa tersebut maka didapat beban total dari *parts* kerangka pendorong adalah 47,1 N. Lalu untuk hasil berat tire disimpulkan sebagai berikut:

Tabel VII. Komponen Part

No	*Size*	Berat (gr)
1	K45F	3.680
2	K64F	3.710
3	K93R	3.700

Maka dapat disimpulkan bahwa berat *tire* yang digunakan adalah 3,680 gr tapi untuk menguji kemampuan *part* dari desain yang telah dibuat beban yang akan digunakan yaitu 7,000 gr atau 68,9 N.

4.3.3 Simulasi Beban dan Kekuatan Material Kerangka Bawah dan Gantungan *Tire*

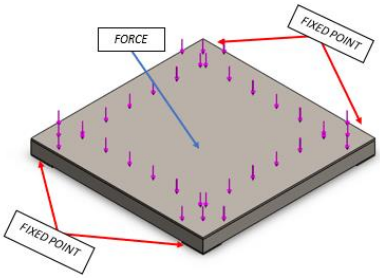
Pada bagian ini kami melakukan pengujian kekuatan material alat menggunakan aplikasi *Solidwors* 2019. Metode yang digunakan yaitu menggunakanan *Finite element analysis* (FEA). Pengujian bertujuan untuk memperhitungkan umur dan kekuatan alat. Metode elemen hingga atau (FEA) adalah suatu teknik untuk menghitung kekuatan struktur komponen dengan membagi rangka dengan menjadi berbentuk jala (*mesh*) atau memecah objek menjadi elemen kecil merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan akurasi hasil yang tinggi. Semakin kecil elemen semakin rendah kesalahan diskritalisasi.

Pada pengujian ini kami menggunakan metode analisis *static*. Simulasi *static* merupakan analisa yang dilakukan pada benda dengan keadaan diam/statis. Dalam simulasi *static* ini kita akan mengetahui *stress (von mises), displacement, dan factor safety* dari kerangka bawah dan plat gantungan *tire*. Berikut adalah simulasi yang telah dilakukan:

a. Simulasi Pembebanan pada Kerangka Bawah

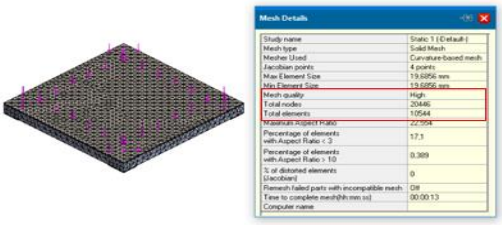
Kerangka bawah alat ukur berat *tire* berfungsi menopang seluruh komponen pada bagian atas yaitu kerangka atas alat, kerangka pendorong, plat bawah dan *tire* yaitu total pembebanan pada area ini adalah 357,4 N.

- *Fixed point* terletak pada bagian kerangka bawah, dapat dilihat pada gambar ditandai dengan garis panah merah.
- *Load Point* terletak pada bagian atas plat kerangka dengan beban 357,4 N pada gambar yang ditandai dengan panah biru.



Gambar VIII. Kerangka Bawah Alat

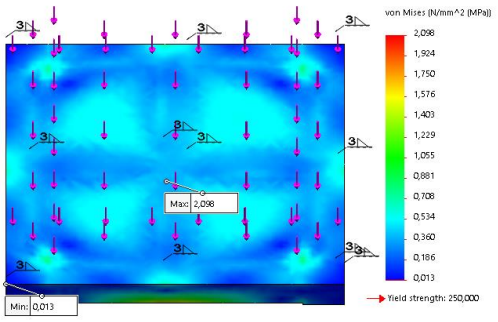
Pada gambar IX menunjukan struktur mesh keseluruhan kerangka yang dianalisis. Struktur *mesh* ini dapat diketahui menggunakan *software Solidworks* dengan kualitas *mesh* yang tinggi untuk hasil simulasi yang lebih detail. Jumlah total noda dan jumlah total elemen pada komponen kerangka adalah 20446 dan 10544. Jumlah node merupakan jumlah titik pada keseluruhan elemen dan merupakan jumlah elemen terkecil ketika proses *meshing* pada saat simulasi.



Gambar IX. *Meshing*

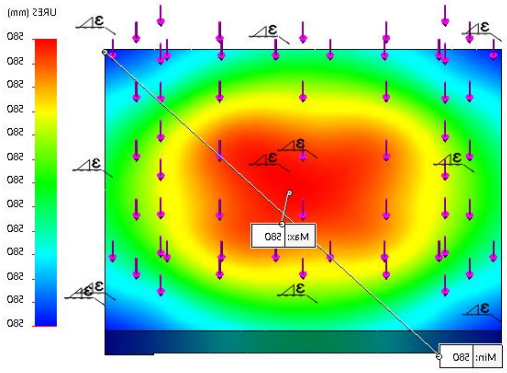
Pada gambar X ini menunjukan hasil simulasi tegangan pada keseluruhan kerangka bawah. Dapat dilihat bahwa nilai *yield strength* sebesar 250.000 N/*mm*². Sedangkan nilai maksimum tegangan adalah

2.098 N/*mm*². Maka dapat disimpulkan kerangka bawah masih aman menerima beban yang diberikan



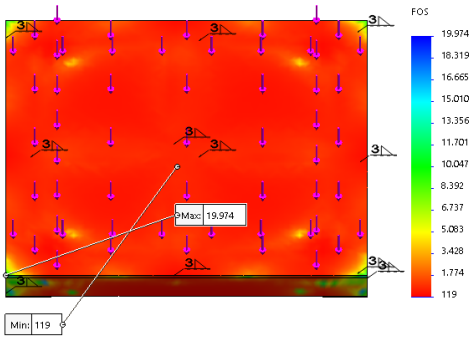
Gambar X. Pengujian Von Mises

Pada gambar XI menunjukkan simulasi deformasi pada kerangka. Dapat diketahui deformasi maksimum pada permukaaan kerangka bawah dengan nilai 580 mm. Dapat disimpulkan deformasi kerangka ini tidak menyebabkan hambatan ketika menerima beban dari *parts* bagian atas dan beban dari *tire* itu sendiri.



Gambar XI. *Pengujian Deformasi*

Gambar XII menunjukkan nilai *factor of safety* pada kerangka bawah. Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan *software solidworks* 2019 didapatkan *factor of safety* minimum Sebesar 119. Maka dapat disimpukan kerangka bawah pada alat ukur berat *tire* aman karena nilai *factor of safety* lebih dari minimum *factor of safety* yakni 5,8. Nilai minimum *factor of safety* tersebut merupakan nilai minimum *factor of safety* untuk material besi, dapat dilihat pada Tabel 2.

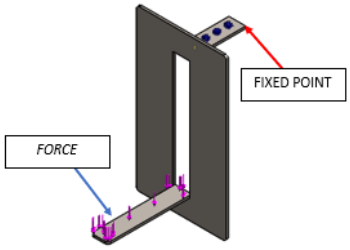


Gambar XII. Pengujian Factor of Safety

b. Simulasi Pembebanan pada Plat Gantungan *Tire*

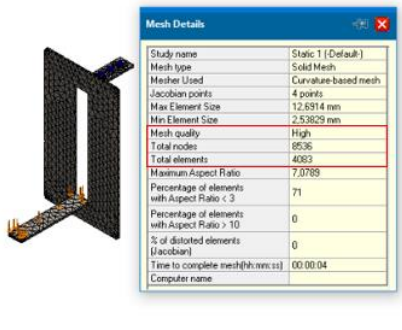
Plat gantungan *tire* berfungsi menopang *part tire* dengan cara meletakan *tire* pada area plat yang menjulur kedepan ditandai dengan warna biru pada gambar dibawah yaitu total pembebanan pada area ini adalah 68,9 N.

- *Fixed point* terletak pada bagian kerangka bawah, dapat dilihat pada gambar ditandai dengan garis panah merah.
- *Load Point* terletak pada bagian atas plat kerangka dengan beban 68,9 N pada gambar yang ditandai dengan panah biru.



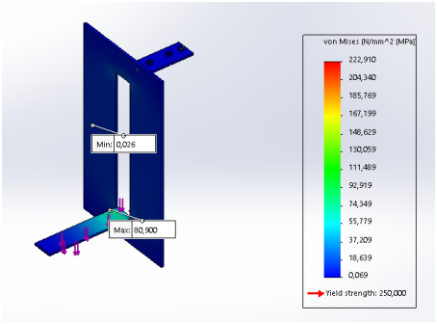
Gambar XII. Plat Gantungan Tire

Pada gambar XIV menunjukan struktur mesh keseluruhan kerangka yang dianalisis. Struktur *mesh* ini dapat diketahui menggunakan *software Solidworks* dengan kualitas *mesh* yang tinggi untuk hasil simulasi yang lebih detail. Jumlah total noda dan jumlah total elemen pada komponen kerangka adalah 8536 dan 4083. Jumlah node merupakan jumlah titik pada keseluruhan elemen dan merupakan jumlah elemen terkecil Ketika proses meshing pada saat simulasi.



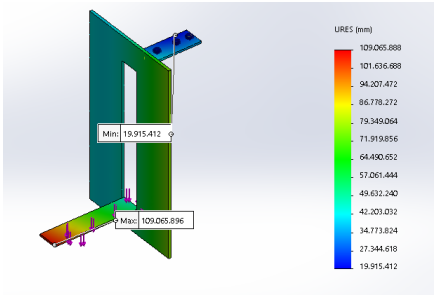
Gambar XIV. Meshing

Pada gambar XV menunjukan hasil simulasi tegangan pada keseluruhan plat gantungan *tire*. Dapat dilihat bahwa nilai *yield strength* sebesar 250 N/mm^2 Sedangkan nilai maksimum tegangan adalah 80,9 N/mm^2. Maka dapat disimpulkan plat gantungan *tire* masih aman menerima beban yang diberikan



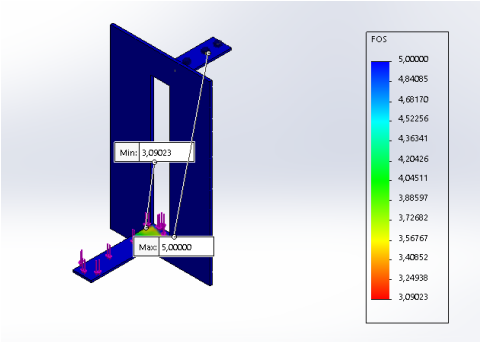
Gambar XV. Pengujian Von Mises

Pada gambar XVI menunjukkan simulasi deformasi pada plat gantungan *tire*. Dapat diketahui deformasi maksimum pada ujung dari plat penopang *tire* dengan nilai 109 mm. Dapat disimpulkan deformasi ini tidak menyebabkan hambatan ketika menerima beban dari *tire* karena saat meletakan *tire* sendiri berada pada ujung pangkal plat.



Gambar XVI. Pengujian Deformasi

Gambar XVII menunjukkan nilai *factor of safety* pada plat gantungan *tire*. Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan software solidworks 2019 didapatkan *factor of safety* minimum Sebesar 3. Maka dapat disimpukan kerangka bawah pada alat ukur berat *tire* aman karena nilai *factor of safety* lebih dari minimum *factor of safety* yakni 1,17. Nilai minimum *factor of safety* tersebut merupakan nilai minimum *factor of safety* untuk material besi, dapat dilihat pada Tabel 2.

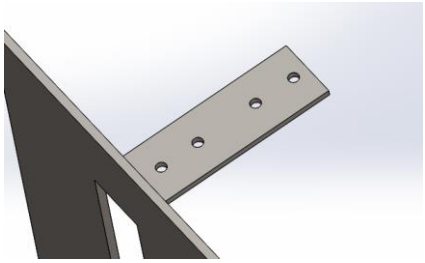


Gambar XVII. Pengujian Factor of Safety

4.3.4 Sambungan Baut

Gambar XVIII. Baut dan Mur

Pada gambar XVIII baut yang digunakan adalah baut tanam dengan ukuran M5 X 50 dan bahan baut yang digunakan yaitu AISI 304 dengan besarnya nilai σt = 505 Mpa = 505 N/mm^2. Gambar 61 merupakan area pemasangan baut



Gambar XIX Area Pemasangan Baut

- Menghitung beban maksimal yang diterima
  Beban yang diterima oleh sambungan las yaitu plat gantungan *tire*, *box* panel dan *tire*, maka:

$$W = (W_{\text{plat gantungan } tire}) + (W_{tire})$$
$$= 14{,}3\ \text{N} + 68{,}9\ \text{N}$$
$$= 83{,}2\ \text{N}$$

- Menghitung tegangan geser yang bekerja
  Pada gambar diatas terdapat 4 buah baut pengikat dengan menggunakan persamaan maka tegangan geser yang bekerja adalah sebagai berikut:
  $F = \pi/4 \times d\ 2 \times \tau \times n$
  $83{,}2\ N = 0{,}785 \times 5^2\ mm \times \tau \times 4$
  $\tau = 82{,}9\ N\ /\ 62{,}8\ mm^2$
  $\tau = 1{,}32\ N/mm2$
- Maka tegangan yang diijinkan adalah:
  $Fs = \frac{\sigma ijin}{\sigma geser}$

  $4 = \frac{\sigma ijin}{1{,}32\ \frac{N}{mm^2}}$

  $\sigma ijin = 5{,}28\ N/mm^2$

Dengan baut yang digunakan AISI 304 dengan besarnya nilai σt = 505 Mpa = 505 $N/mm2$ dan kebutuhan maksimal tegangan geser sebesar 5,28 N/mm^2 untuk 4 baut maka tegangan maksimal > tegangan yang akan terjadi (diijinkan) sehingga aman karena nilai tegangan standar melebihi kebutuhan.

4.3.5 Kekuatan Sambungan Las

Sambungan antara tiap sambungan kerangka besi menggunakan sambungan las busur listrik, jenis yang digunakan yakni elektroda E6013 yang memiliki kekuatan tarik sebesar 62 Ksi sehingga dikonversikan menjadi 427,47 N/mm^2. Dengan ketentuan 1 Ksi bernilai 6,89 N/mm^2. Tabel dibawah menunjukan spesifikasi elektroda seperti berikut:

Tabel VIII. Kekuatan Sambungan Las

Elektroda Number	*Ultimate Tensile Strength (Ksi)*	*Yield Strength (Ksi)*	*Elongation (Percent)*
E60XX	62	50	17 – 25
E70XX	70	57	22
E80XX	80	67	99
E90XX	90	77	14 – 17
E100XX	100	87	13 – 16
E120XX	120	107	14

Jenis pengelasan yang digunakan yakni pengelasan *parallel fillet weld*, berdasarkan jenis pembebanan adalah statis dengan material yang digunakan adalah *steel*. Berdasar tabel nilai *factor of safety* adalah 4, maka untuk nilai tegangan yang diizinkan adalah sebagai berikut:

Tabel IX. Nilai Tegangan Izin

No	Material	Beban statis (FOS)	Beban bergerak	Beban kejut
1	*Cost iron*	5 -6	8 -12	16 - 20
2	*Wronhht irin*	4	7	10 - 15
3	*Steel*	4	8	12 - 16
4	*Soft material and alloys*	6	9	15
5	*Leather*	9	12	15
6	*Timber*	7	10 - 15	20

Tabel (11) menunjukan standar minimum dari pengelasan sudut seperti berikut :

Tabel X. Standar Minimum Pengelasan

Tebal Plat (t, mm) Paling Tebal	Ukuran mininum las sudut (a, mm)
3 – 5	3
6 – 8	5
10 - 16	6
18 – 24	10
26 – 55	14
Over 58	20

Menghitung Tegangan Tarik Izin
Dalam pengelasan ini peneliti menggunakan elektroda jenis E6013 dimana tegangan tariknya adalah tariknya adalah 62 ksi atau 427,47 N/ mm^2 dan *factor safety* yang digunakan adalah 4. Untuk

menghitung tegangan tarik izin pada sambungan las dapat menggunakan persamaan (), sebagai berikut:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma t}{FS}$$
$$= \frac{427{,}47 N/mm^2}{4}$$
$$= 106{,}86 \text{ N/mm}^2$$

Tabel X. Perhitungan Pengelasan

No	L1/L total (mm²)	A1 (mm²)	A2 (mm²)	A3 (mm²)	A4 (mm²)	W (N)	P (N)
1	150	318,15	318,15	-	-	82,9 & 4,5	33.997
2	404,48	857,9	857,9	857,9	857,9	180,2	91.675
3	66,92	45,17	45,17	-	-	5,2	4.827
4	39,13	82,99	82,99	-	-	9,8	8.868,
5	110	233,31	233,31	-	-	35,2	24.931
6	70	209,9	209,9	209,9	209,9	357,4	38.301
7	200	424,2	424,2	-	-	357,4	45.330
8	200 & 140	424,2	424,2	296,94	424,2	357,4	45.330 & 31.731
9	500	1.060,5	1.060,5	1.060,5	1.060,5	96,1	113.325
10	133,56	283,28	283,28	-		35,2	30.271
11	490,12	1.039,5	1.039,5	1.039,5	1.039,5	357,4	111.085
12	197,35	418,5	418,5	418,5	418,5	357,4	44.729

dengan rata-rata sebesar 4.45 detik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penulisan mengenai rancang bangun alat ukur berat *tire* berbasis web dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang bangun alat ukur berbasis web telah berhasil dibuat sehingga data hasil pengukuran dapat di akses di lokasi yang berbeda secara real-time. Aplikasi web ini dibuat dengan fitur yang menampilkan data grafik di halaman home,data size tire untuk sampel, data berat tire secara real-time dan dilengkapi dengan fitur mengekspor data hasil pengukuran dalam bentuk excel.

6. DAFTAR PUSTAKA

Zega, T. (2021). Rancang Bangun Timbangan Digital Pada Mesin Perontok Padi Otomatis Berbasis Mikrokontroller. Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains Dan Tekhnologi, 1(1), 209-209.

Muchid, M., Suwondo, A. J., & Hardjoko, E. (2018). Analisa Static Pada Mesin Penghalus Roll Conveyor Menggunakan Solidwork. Seminar Nasional Hasil …, 123–128.

Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). A Textbook of Machine Design (14th ed., Issue I). Eurasia Publishing House (Pvt.) Ltd.

Nugroho, A., & Setiawan, E. (2018). Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Sambungan Las Plate Carbon Steel ASTM36. Jurnal Rekayasa Sistem Industri, 3(2), 134–142.