

Rancang Bangun Alat Indikator Suhu Pada Chamber

Adik Susilo Wardoyo¹⁾
Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
adik@poltek-gt.ac.id

Farhan Tri Saputra²⁾
Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal
farhantrisaputra25@gmail.com

ABSTRAK

Proses pencampuran bahan dalam pembuatan compound di industri ban sangat bergantung pada kestabilan suhu dalam chamber mesin mixer. Ketidaktahuan operator terhadap suhu aktual chamber sering menyebabkan problem MV (*Mooney Viscosity*), yang berdampak pada kualitas compound. Salah satu penyebabnya adalah tidak tersedianya sistem pemantauan suhu yang dapat diakses secara real-time. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan perancangan dan pembuatan alat indikator suhu yang dilengkapi dengan sensor *thermocouple type-K*, *temperature controller*, Arduino, dan sistem alarm visual. Salah satu fokus penting dalam pengembangan alat ini adalah desain dan kekuatan rangka dudukan sensor dan panel. Rangka tersebut dirancang menggunakan material ASTM A36 dan AISI 304, serta dianalisis kekuatannya terhadap beban dan sambungan las. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat bekerja secara stabil dan aman, serta rangka mampu menopang seluruh sistem dengan baik. Dengan alat ini, pemantauan suhu chamber menjadi lebih efektif, dan potensi terjadinya problem MV dapat dikurangi secara signifikan.

Kata Kunci : *Frame*, Masalah MV, Chamber

ABSTRACT

The mixing process of materials in the manufacture of compounds in the tire industry is highly dependent on the temperature stability in the mixer chamber. Operators' lack of knowledge about the actual chamber temperature often causes MV (Mooney Viscosity) problems, which affect the quality of the compound. One of the causes is the lack of a real-time temperature monitoring system. To address this issue, a temperature indicator device was designed and developed, equipped with a type-K thermocouple sensor, temperature controller, Arduino, and a visual alarm system. One of the key focuses in developing this device was the design and strength of the sensor mounting frame and panel. The frame was designed using ASTM A36 and AISI 304 materials, and its strength was analyzed in terms of load and welded joints. Test results showed that the device operates stably and safely, and the frame can support the entire system effectively. With this device, temperature monitoring of the chamber becomes more effective, and the potential for MV issues can be significantly reduced.

Keywords: Frame, Problem MV, Chamber

I. PENDAHULUAN

PT XML adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam proses manufaktur ban yang berlokasi di Tangerang, Banten. PT XML ini memproduksi berbagai macam jenis ban, mulai dari ban motor, ban mobil, ban truk, dan ban bus. Seiring dengan pesat nya perkembangan teknologi, PT XML berupaya untuk meningkatkan serta menjaga kualitas produknya. PT XML memiliki beberapa *plant*, masing masing dengan spesialisasi produk yang berbeda. Secara umum, proses pembuatan ban mencakup tahapan *mixing*, *extruding*, *calendering*, *building*, dan *curing*. Salah satu plant yaitu plant M yang bertanggung jawab memproduksi *compound* yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan ban. Plant M adalah salah satu dari plant XML yang memproduksi *compound* sebagai material dasar dari pembuatan ban. *Compound* dihasilkan melalui sebuah proses yang dinamakan proses *mixing*. Proses *mixing* adalah proses penggabungan karet, *carbon black*, dan bahan kimia lainnya untuk menghasilkan *compound* yang *homogen*. Proses penggabungan material-material tersebut dilakukan oleh mesin *mixer*. Di dalam mesin *mixer* semua material akan digiling menjadi satu di dalam *chamber*. *Chamber* adalah salah satu bagian dari mesin *mixer* yang fungsinya adalah untuk menggabungkan semua material menjadi *compound*.

Berdasarkan gambar 1, terdapat panel display yang menampilkan beberapa parameter diantara lain yaitu : kecepatan, *ram path*, *ram pressure*, *current*, *power*, *sidewall left temp*, *dropdoor temp*, *sidewall right temp*. Akan tetapi dapat dilihat bahwa suhu *chamber* tidak ditampilkan pada layar *display* mesin, Karena suhu pada *chamber* tidak terpantau secara kontinu..



Gambar 1. Panel Display

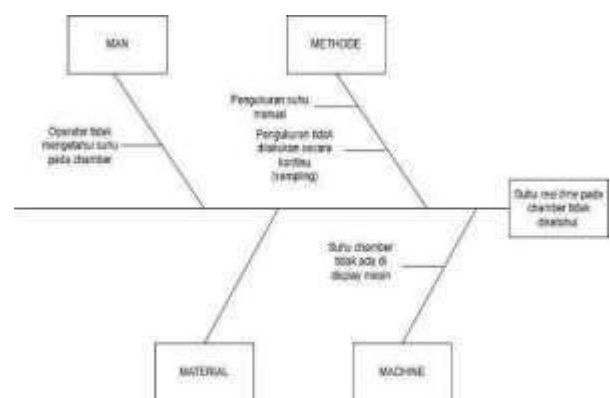
Tanpa ada nya suhu yang akurat hal ini menjadi salah satu penyebab terjadinya *problem* MV pada *compound*. Jadi para operator memerlukan alat indikator suhu secara *visual* untuk memantau suhu pada *chamber* dan juga indikator saat suhu melewati standar yang telah ditentukan, seperti lampu sebagai



indikator nya.

Gambar 2. Total problem MV 2024

(Sumber : Data Total Problem MV, 2024)



Gambar 3. Diagram Fishbone

(Sumber : Data Total Durasi Problem MV, 2024)

Berdasarkan kondisi tersebut *Fishbone* diagram dalam gambar ini menggambarkan penyebab utama dari permasalahan ketidaktahuan suhu *real-time* dalam *chamber*. Penyebab ini dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu manusia (*man*), metode (*method*), mesin (*machine*), dan material (*material*). Dari sisi manusia, masalah terjadi karena operator

tidak mengetahui suhu dalam chamber. Dari sisi metode, pengukuran suhu masih dilakukan secara manual dan tidak dilakukan secara kontinu, melainkan hanya dengan sistem *sampling*, yang menyebabkan data suhu tidak selalu tersedia saat dibutuhkan. Dari sisi mesin, masalahnya terletak pada tidak adanya *display* suhu chamber pada mesin, sehingga operator tidak dapat memantau suhu secara langsung dan *real-time*.

Tabel 1. Kajian Sebelumnya

1. Tegangan Izin	
Sumber	Hasil Kajian
[1]	Chamber dirancang dengan beberapa komponen, yaitu adaptor sebagai sumber tegangan, Arduino Uno sebagai mikrokontroler untuk memproses data, sensor temperatur PT100 untuk mengukur suhu, dan LCD untuk menampilkan hasil pembacaan sensor.
[2]	Climatic chamber berhasil dibuat dengan dua bagian utama: kamar kontrol (berisi Arduino, relay, dan power supply) dan kamar chamber (berisi sensor DHT22, heater, humidifier, kipas, dan pendingin peltier). Alat ini dilengkapi keypad, display, saklar on/off, dan indikator fungsi.
[3]	Penelitian berhasil merancang thermocouple data logger berbasis Arduino dengan pembacaan stabil dan perekaman data ke micro-SD. Modul Adafruit MAX31856 digunakan sebagai penguat sinyal, dan hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar termokopel. Alat ini merupakan data logger real-time yang terjangkau, dilengkapi display dan penyimpanan tanpa perlu koneksi ke komputer.

Rancang Bangun adalah proses penggambaran, perencanaan, dan penyusunan sketsa atau pengorganisasian berbagai elemen terpisah menjadi satu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Dengan kata lain,

rancang bangun merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisis ke dalam bentuk paket perangkat lunak, baik untuk menciptakan sistem baru maupun memperbaiki sistem yang sudah ada[4].

Tegangan dapat diartikan sebagai ketahanan terhadap beban yang dikenakan per satuan luas. Ketika suatu struktur menerima gaya, ia akan mengalami deformasi. Pada saat itu, molekul dalam bahan akan saling berinteraksi dan membentuk suatu tahanan yang mencegah perubahan bentuk yang lebih lanjut. Menghitung tegangan[5] :

$$\sigma_{izin} = \sigma_t / SF \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

σ_{izin} = Tegangan Izin

σ_t = Tegangan Ultimate

SF = Safety Faktor

2.... Tegangan Geser

Tegangan geser yang diijinkan (τ) diambil 30% dari batas elastis Tarik (σ_e) tetapi tidak boleh melebihi 18 % tegangan tarik ultimate. Dengan kata lain, tegangan geser yang diizinkan adalah

$$\tau = 0,3 \sigma_e \text{ atau } 0,18 \sigma_u$$

3. Tegangan Normal

Tegangan normal muncul ketika gaya bekerja tegak lurus terhadap penampang material. Tegangan normal bisa berupa tegangan tarik atau tegangan tekan.

$$\tau = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

σ = Tegangan Normal (N/mm² atau Mpa)

P = Gaya Normal (N)

A = Luas Penampang (mm²)

Bangun datar

a. Massa Benda

Untuk mengetahui massa suatu benda dengan diketahui volume dan massa jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$m = \rho \times v \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

m = massa benda (kg)

ρ = massa jenis (kg/m³) V = volume (m³)

Berat Benda

Untuk menentukan berat dari benda yang berada pada bidang datar dari gaya yang ada pada benda tersebut dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$w = m \times g \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

m = massa benda (kg)
g = gaya gravitasi (m/s²)
w = berat benda

Kekuatan material merujuk pada kemampuan suatu material untuk menahan beban serta gaya-gaya yang bekerja padanya dalam suatu struktur. Oleh karena itu, pemilihan material yang tepat sangat berpengaruh terhadap kualitas alat atau konstruksi yang dihasilkan. Beberapa pertimbangan berikut perlu diperhatikan dalam proses pemilihan material[6].

Factor of Safety adalah hal yang perlu dipertimbangkan saat melakukan analisis dan perencanaan struktur secara menyeluruh untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan kerja karena kegagalan konstruksi atau kerja mesin. Faktor keamanan pada struktur bergantung pada ketahanan struktur dan beban yang bekerja pada struktur[7].

1. Perbandingan antara tegangan maksimum atau tegangan kerja aktual dengan tegangan izin.

$$FS = \frac{\sigma_{maks}}{\sigma_{allowable}} \dots\dots\dots(5)$$

2. Perbandingan antara tegangan ultimate dengan tegangan izin.

$$FS = \frac{\sigma_{ultimate}}{\sigma_{allowable}} \dots\dots\dots(6)$$

Pengelasan adalah proses penyatuan logam atau logam paduan melalui ikatan metalurgi yang dilakukan dalam kondisi cair atau meleleh. Kegiatan ini melibatkan penyambungan dua atau lebih bagian logam dengan cara memanaskan, menekan, atau kombinasi keduanya hingga menyatu menjadi satu kesatuan. Kekuatan sambungan las sangat penting dalam sebuah konstruksi, terutama di industri

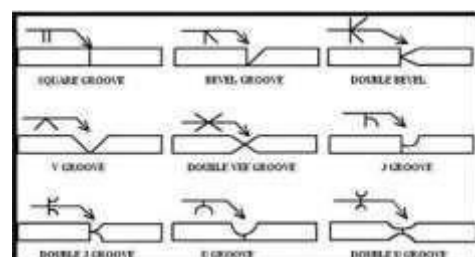
minyak dan gas seperti pada instalasi perpipaan dan tangki bertekanan. Prosedur pengelasan dan parameter-parameter yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kekuatan sambungan las tersebut. Jenis jenis sambungan pengelasan adalah kategori dimana berbagai material atau plat disatukan melalui proses pengelasan. Ada beberapa jenis sambungan las yang umum digunakan, antara lain Butt Joint, Fillet (T) Joint, Corner Joint, dan Lap joint. Keempat jenis sambungan ini merupakan yang utama dalam dunia pengelasan[8].

Jenis-jenis Sambungan Pengelasan

Jenis sambungan pengelasan adalah kategori di mana berbagai material atau plat disatukan melalui proses pengelasan. Ada beberapa jenis sambungan las yang umum digunakan, antara lain Butt Joint, Fillet (T) Joint, Corner Joint, dan Lap Joint. Keempat jenis sambungan ini merupakan yang utama dalam dunia pengelasan.

Butt Joint

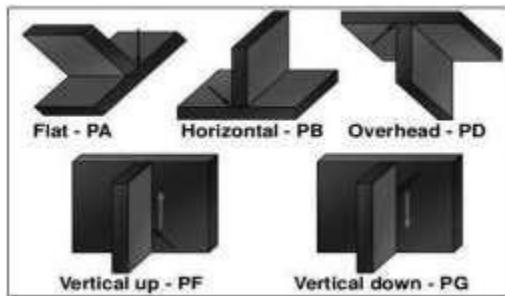
Sambungan butt joint merupakan sambungan tumpul yang memiliki variasi dalam aplikasinya, dengan berbagai macam jenis kampuh atau groove seperti V groove (kampuh V), single bevel, J groove, U Groove, dan Square Groove. Untuk informasi lebih rinci mengenai berbagai macam kampuh las, dapat di lihat pada gambar yang disediakan.



Gambar 4. Macam macam Butt Joint

(Sumber : Simon Parkke, 2023)

Tee Joint (sambungan T)

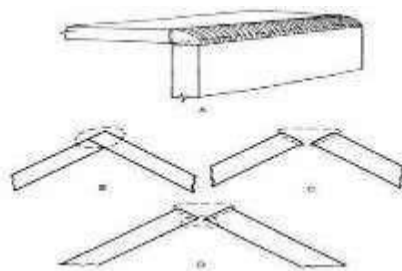


Gambar 5. Macam macam Sambungan T (fillet) Joint

(Sumber : Simon Parkke, 2023)

Sambungan T Joint adalah jenis sambungan yang memiliki bentuk menyerupai huruf T. Tipe sambungan ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi, termasuk pembuatan atap, conveyor, serta berbagai jenis struktur lainnya. Di atas merupakan ilustrasi yang menunjukkan sambungan.

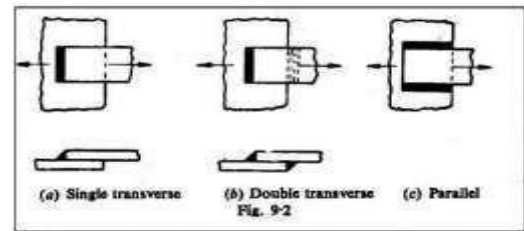
Corner



Gambar 6. Bentuk Sambungan Pengelasan Corner Joint
(Sumber : Simon Parkke, 2023)

Corner Joint adalah jenis sambungan pengelasan di mana dua material disambungkan pada ujungnya hingga membentuk sudut 90 derajat. Sambungan ini mirip dengan T-Joint, tetapi perbedaannya terletak pada posisi material yang bertemu di ujungnya, bukan di tengah.

Lap Joint (Sambungan Tumpang)



Gambar 7. Bentuk Sambungan Pengelasan Lap Joint
(Sumber : Simon Parkke, 2023)

Lap Joint adalah jenis sambungan di mana dua material ditumpuk dan disusun sejajar sebelum dilakukan pengelasan. Sambungan ini sering digunakan pada plat tipis, seperti yang ditemukan pada body kereta, otomotif, dan konstruksi ringan

Perhitungan Las

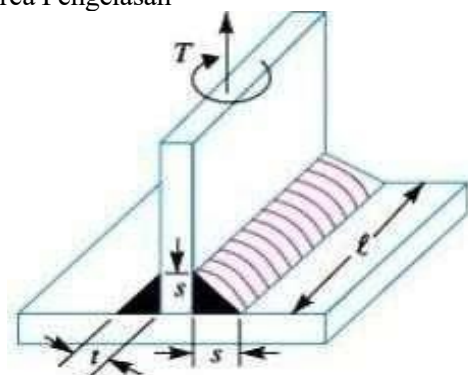
Perhitungan sisi miring pengelasan terdapat pada persamaan :

$$Sm = \sqrt{S^2 \times S^2} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

Sm = sisi miring (mm)

a. Luas area Pengelasan



Gambar 8. Luas Area Pengelasan

(Sumber: (Rohini College of Engineering & Technology Me8593 Design of Machine Elements, n.d.))

Untuk perhitungan luas area pengelasan 1 terdapat pada persamaan

$$A_1 = \sin \sin L_1 \times s \times L \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

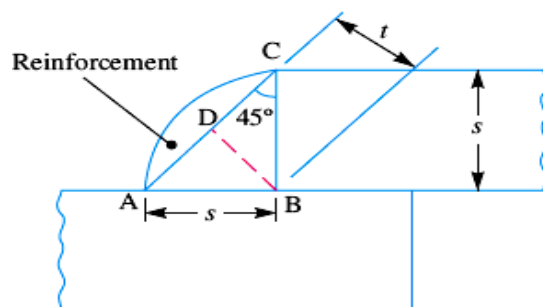
A_1 = Luas

area (mm^2) s

–

= Sisi(mm)

L_1 = Sisi Awal (mm)



Gambar 9.Sudut Pengelasan

(Sumber : (Rohini College of Engineering & Technology Me8593 Design of Machine Elements, n.d.))

a. Kekuatan Las

Kekuatan las dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = (\sin(L_1) \times s \times L \times \sigma_t) + (\sin(L_2 \times \sigma_i)$$

Keterangan :

P = Kekuatan

Las (N) s = Sisi (mm)

L_1 = Sisi awal (mm)

L_2 = Sisi miring (mm)

σ_t = Tegangan tarik (N/mm^2)

σ_i = Tegangan ijin (N/mm^2)

Uji Tarik adalah proses pengujian yang bertujuan untuk mengukur kekuatan tarik dari benda uji serta menilai kekuatan daerah las terhadap material dasar. Dalam pengujian ini, gaya tarik diterapkan pada ujung benda untuk menentukan kuat luluh (Yield Strength) dan kuat tarik maksimum (Ultimate Tensile Strength/UTS). Penting untuk menghitung kekuatan tarik logam seiring dengan beban maksimum yang dapat

ditahan logam tersebut dalam kondisi tertentu. Meskipun nilai tegangan tarik sering disebutkan dalam hasil pengujian, ia kurang berperan dalam menentukan kekuatan bahan secara keseluruhan. Sebaliknya, kekuatan struktural biasanya bergantung pada kekuatan tarik yang disesuaikan dengan faktor keamanan yang relevan.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan :

σ = Tegangan Tarik (Mpa) P =

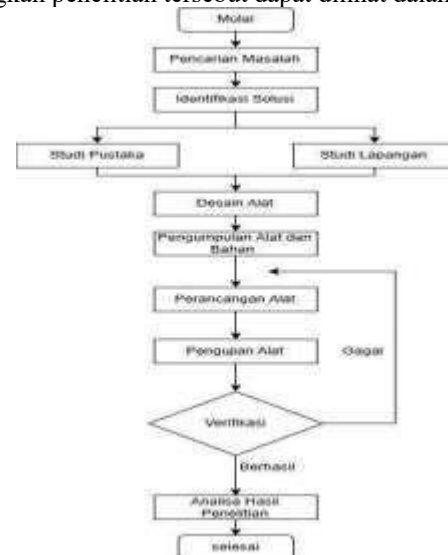
Beban (N)

A = Luas penampang yang di bebaskan (mm^2)

II. METODE PENELITIAN

Alur Penelitian

Penelitian ini diikuti oleh serangkaian langkah yang menjelaskan proses penelitian. Detail dari langkah-langkah penelitian tersebut dapat dilihat dalam gambar 4.



Gambar 4. Alur Penelitian

Pada tahapan ini bertujuan untuk mengenali situasi di lapangan agar kita dapat memahami proses serta sistem kerja yang ada. Selain itu tahap ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang sering muncul pada Chamber lalu Identifikasi Solusi adalah langkah penting untuk merumuskan dan menjelaskan tujuan. Pada tahap studi Pustaka, penelitian dilakukan dengan menganalisis berbagai kegiatan atau penelitian sejenis serta mencari teori teori relevan dari sumber sumber seperti

buku, jurnal, dan artikel ilmiah. Pada tahap studi lapangan data dikumpulkan secara langsung dari lapangan/lokasi kejadian atau konteks yang relevan. Berbagai macam metode digunakan dalam proses ini, termasuk observasi dan wawancara. dilakukan rancang bangun alat indikator suhu chamber Gambar 10 merupakan desain display yang menunjukkan suhu pada chamber.



Gambar 10. Gambaran Alat

Tabel 1. Alat

No	Alat
1	Obeng plus
2	Gerinda
3	Roll Meter
4	Mesin Las
5	Mesin Bor
6	Tang Kombinasi

Tabel 2. Bahan

No	Bahan
1	Thermocouple Type - K
2	Thermocontroller Shinko jcd
3	Rotary lamp
4	MCB 1 Phase 2 A
5	Panel Box
6	Besi hollow & Besi pipa

Berikut adalah penjelasan dari alat yang digunakan dalam penelitian:

1. Obeng plus

Obeng plus digunakan untuk mengencangkan baut pada setiap komponen

2. Gerinda

Gerinda digunakan untuk memotong plat, besi, ataupun logam lainnya.

3. Roll Meter

Roll meter digunakan untuk mengukur panjang material.

4. Mesin Las

Mesin las digunakan untuk menyambungkan beberapa komponen yang berbahan logam. Komponen part yang terpisah akan disusun menjadi satu kesatuan dengan proses pengelasan.

5. Tang Kombinasi

Tang potong digunakan untuk memotong dan mengupas kabel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan rancang bangun alat indikator suhu pada chamber

Gambar Alat Rancang Bangun Dudukan Sensor



Gambar 11. Gambaran Alat

Pada gambar 21 terdapat dudukan atau penyangga untuk termokopel dimana no 1 ialah dudukan sensor, nomor 2 adalah tiang penyangga sensor, dan nomor 3 adalah base tiang penyangga

Pada gambar 22 terdapat beberapa bagian yaitu kotak panel yang terdapat display beserta wiring di dalamnya, mikrokontroller dan lampu sebagai alarm. Dan juga ada tiang penyangga untuk panel beserta base untuk tiang penyangga panel.

Komponen yang Digunakan

Dalam membuat rancang bangun alat indikator suhu pada chamber, terdapat beberapa komponen yang diperlukan agar alat dapat berfungsi dengan baik. Tabel 5 menunjukkan daftar komponen yang di gunakan dan juga fungsinya

Tabel 5. Fungsi Komponen Alat

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	Panel	Ukuran 35 cm x 25 cm x 15 cm	Sebagai tempat komponen
2	Tiang Panel	Besi pipa ukuran 3 cm x 120 cm	Sebagai tiang panel
3	Alas rangka	Besi UNP ukuran 50 cm x 8 cm x 4 cm	Sebagai tumpuan alat
4	Dudukan panel	Besi siku 30 cm x 4 cm x 4 cm	Sebagai dudukan panel
5	Temperature controller	Ukuran 9,6 cm x 9,6 cm x 11 cm	Sebagai display suhu dari thermocouple type - k
6	Sensor Suhu	Thermocouple type - k	Sebagai alat pembaca temperatur
7	Rotary lamp	10 watt	Sebagai indikator apabila suhu melewati batas normal
8.	Arduino Uno		Memproses data
9.	SD Card Module		Menyimpan data suhu
10	Module MAX6675		Mengkonversi sinyal thermokopel

Menghitung massa dari alat monitor temperatur chamber adalah hal yang perlu diperhatikan dalam proses rancang bangun. Hasil dari perhitungan massa ini nantinya digunakan untuk mengetahui seberapa besar total massa dari dudukan. Langkah yang harus dilakukan pertama kali adalah menghitung keseluruhan part atau komponen yang terdapat pada dudukan kemudian untuk mengetahui berat massa dari setiap part yang sudah dihitung dikalikan dengan gaya gravitasi. Material dudukan menggunakan material ASTM A36 steel dengan massa jenis sebesar 7850 kg/m³ atau 0,007850 gram/mm³. Dudukan ini tersusun dari beberapa komponen yaitu :

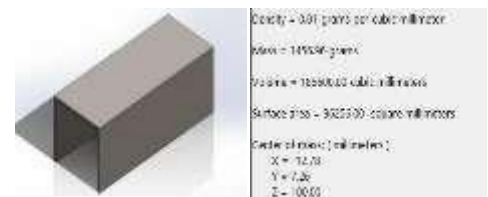
Tiang Dudukan Sensor



Gambar 13. Tiang Dudukan Sensor
(Sumber : Kajian Penulis)

Komponen ini terbuat dari besi siku (4 cm x 4 cm x 30 cm) dengan tebal 2 mm dan memiliki volume sebesar 147.216 mm³

Base Dudukan Sensor



Gambar 14. Base Dudukan
(Sumber : Kajian Penulis)

Komponen ini terbuat dari besi UNP (70 mm x 60 mm x 250 mm) dengan tebal 4 mm dan memiliki volume sebesar 1.856 mm³.

Perhitungan Massa setiap Komponen Sistem Monitoring chamber

Tiang Panel



Gambar 15. Tiang Panel
(Sumber : Kajian Penulis)

Komponen ini terbuat dari besi pipa (60 mm x 1200 mm) dengan tebal 2 mm dan memiliki volume sebesar 1.884.955 mm³.

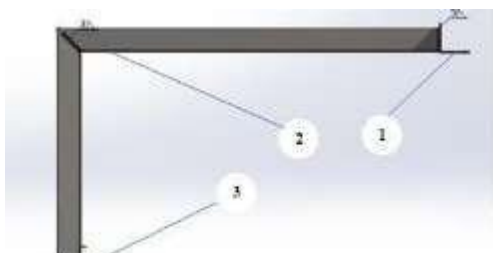
Dudukan Sensor



Gambar 16. Rangka Dudukan Sensor
(Sumber : Kajian Penulis)

Komponen ini terbuat dari besi siku (40 mm x 40 mm x 150 mm) dengan tebal 2 mm dan memiliki volume sebesar 20.554 mm³.

Perhitungan Massa Komponen Rangka Dudukan



Gambar 17. Rangka Dudukan Sensor
(Sumber : Kajian Penulis)

Base yang digunakan sebagai penopang dari seluruh beban pada tiang penyangga dan dudukan sensor. Rancang bangun ini tersusun dari 3 komponen yaitu :

1. Dudukan Sensor
2. Tiang penyangga
3. Base dudukan

Berikut ini merupakan perhitungan rangka base dan tiang

1. Perhitungan tiang penyangga

Berdasarkan besar volume yang tertera pada Gambar 13. yaitu sebesar 147.216 mm³, maka

massa rangka dudukan dapat diketahui menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$m = \rho \times v$$

Pada perancangan ini menggunakan material ASTM A36, dengan massa jenis rangka material sebesar 7850 kg/m³ atau 0,007850 gram/mm³. Sehingga perhitungan rangka dudukan adalah sebagai berikut:

$$m = \rho \times v$$

$$m = 0,007850 \text{ gram/mm}^3 \times (147.216 \text{ mm}^3)$$

$$m = 1.155,645 \text{ gram atau } 1,155 \text{ kg}$$

Nilai beban pada komponen rangka bawah storage dapat dihitung dengan

menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$w = m \times g$$

$$w = 1,1556456 \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$w = 11,325 \text{ Newton}$$

2. Perhitungan base dudukan sensor

Berdasarkan besar volume yang tertera pada Gambar 14. yaitu sebesar 1.856 mm³, maka massa rangka dudukan dapat diketahui menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$m = \rho \times v$$

Pada perancangan ini menggunakan material Carbon Steel, dengan massa jenis rangka material sebesar 7.850 kg/m³ atau 7,85 gram/mm³. Sehingga perhitungan rangka dudukan adalah sebagai berikut:

$$m = \rho \times v$$

$$m = 7,85 \text{ gram/mm}^3 \times (1.856 \text{ mm}^3)$$

$$m = 14.569 \text{ gram atau } 14,5696 \text{ kg}$$

Nilai beban pada komponen base dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

$$w = m \times g$$

$$w = 1,45696 \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$w = 142,782 \text{ Newton}$$

3. Perhitungan Dudukan Sensor

Berdasarkan besar volume yang tertera pada Gambar 15. yaitu sebesar 20.554 mm³, maka massa dudukan sensor dapat diketahui menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$m = \rho \times v$$

Pada perancangan ini menggunakan material AISI 304, dengan massa jenis rangka material sebesar 8000 kg/m³ atau 0,008000 gram/mm³. Sehingga perhitungan rangka dudukan adalah sebagai berikut:

$$m = \rho \times v$$

$$m = 0,008000 \text{ gram/mm}^3 \times (20.554 \text{ mm}^3)$$

$$m = 164,432 \text{ gram atau } 0,164 \text{ kg}$$

Nilai beban pada komponen rangka bawah storage dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

(4) sebagai berikut:

$$w = m \times g$$

$$w = 0,164432 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$w = 1,611 \text{ Newton}$$

4.Perhitungan
tiang panel

Berdasarkan besar volume yang tertera pada Gambar 16. yaitu sebesar 1.884.955 mm³, maka massa rangka tiang panel dapat diketahui menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$m = \rho \times V$$

Pada perancangan ini menggunakan material AISI 304, dengan massa jenis rangka material sebesar 7.850 kg/m³ atau 0,007850 gram/mm³. Sehingga perhitungan rangka dudukan adalah sebagai berikut:

$$m = \rho \times V$$

$$m = 0,007850 \text{ gram/mm}^3 \times (1.884.955 \text{ mm}^3)$$

$$m = 14.796,896 \text{ gram atau } 14,796 \text{ kg}$$

Nilai beban pada komponen rangka bawah storage dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

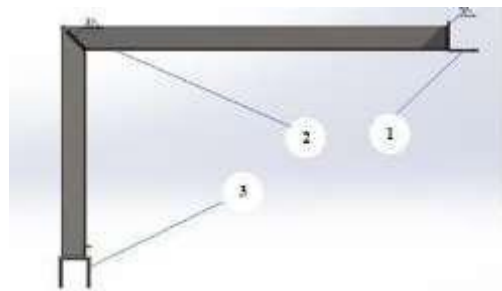
$$w = m \times g$$

$$w = 14,7968 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$w = 145,008 \text{ Newton}$$

Kekuatan Sambungan Las

Pada rancang bangun alat dudukan monitor chamber menggunakan sambungan las. Sambungan las ini dilakukan pada area base dengan dudukan sensor penyangga sebanyak 3 titik dan menggunakan metode pengelasan yaitu combination of transverse. Berikut ini merupakan area sambungan las penyangga dudukan sensor



Gambar 18. Area Las

(Sumber : Kajian Penulis)

Diketahui:

t1 (tebal besi siku) = 3 mm t2 (tebal

besi siku) = 3 mm t3 (tebal besi

siku) = 3 mm

l1 (panjang pengelasan 1) = 40 mm l2

(panjang pengelasan 2) = 80 mm l3

(panjang pengelasan 3) = 80 mm

ltotal (panjang las total) = (l1 x t1) + (l2 x t2) + (l3 x t3)

$$= (40 \times 3) + (80 \times 3) + (80 \times 3)$$

$$= 120 + 240 + 240$$

$$= 580 \text{ s (tebal las)}$$

$$= 3 \text{ mm}$$

Profil besi yang akan dilas mempunyai tebal (t) sebesar 3 mm, sehingga tebal pengelasan (s) yang direkomendasikan untuk tebal 3 mm.

Menghitung Tegangan Tarik Izin

Dalam proses pengelasan ini menggunakan jenis elektroda 6013 dimana elektroda tersebut memiliki spesifikasi tegangan tarik sebesar 60 ksi atau 427,425 N/mm² Sedangkan untuk factor of safety yang digunakan adalah 12 Untuk menghitung tegangan tarik yang diizinkan dapat dihitung menggunakan persamaan (5) sebagai berikut:

$$\sigma_{\text{izin}} = \sigma_t / FS$$

$$\sigma_{\text{izin}} = 427,425$$

$$N/mm / 12 \sigma_{\text{izin}} =$$

$$35,62 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka dapat diketahui bahwa tegangan tarik yang diizinkan sebesar 35,62 N/mm²

Beban Maksimal Yang Di Terima Sambungan Las

$$\sigma_{\text{izin}} = 35,62 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka dapat diketahui bahwa tegangan tarik yang diizinkan sebesar 35,62 N/mm² Diketahui:

$$W_{\text{dudukan sensor}}$$

$$= 11,325 \text{ N}$$

$$W_{\text{besi Pelat base}}$$

$$= 33,86 \text{ N}$$

$$W_{\text{besi Pelat sensor}}$$

$$= 1,611 \text{ N}$$

$$\text{Beban Total Las}$$

$$= 11,325 \text{ N} + 142,782 \text{ N} + 1,611 \text{ N}$$

$$= 155,71 \text{ N}$$

Jadi beban yang diterima pada sambungan las adalah sebesar 155,71 N.

Beban Maksimal Pengelasan

$$P_{\text{izin}} = 0,707 \times s \times l \times \sigma_t$$

$$P_{\text{izin}} = 0,707 \times 3 \times 600 \times 35,62$$

$$P_{\text{izin}} = 45.330 \text{ N}$$

Dalam perancangan rangka storage terdapat 3 titik pengelasan dengan model yang sama, dimana masing-masing mempunyai beban maksimal pengelasan sebesar 155,71 N. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan bahwa beban maksimal yang diizinkan pada sambungan las tersebut adalah sebesar 45.330 N, sedangkan beban aktual yang diterima oleh sambungan las adalah sebesar 155,71 N. Oleh karena itu dikarenakan besar dari $P_{\text{izin}} > P_{\text{aktual}}$, maka dapat dikatakan bahwa sambungan las sangat aman untuk menerima total beban maksimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan proses rancang bangun yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat indikator suhu yang dirancang berhasil memenuhi tujuan utama, yaitu untuk membantu operator dalam memantau suhu pada chamber mesin mixer secara real-time. Selain itu, rangka dan dudukan alat juga dirancang dengan mempertimbangkan kekuatan struktur dan keamanan. Penggunaan material seperti ASTM A36 dan AISI 304 memastikan alat memiliki ketahanan yang baik terhadap beban kerja di lingkungan industri. Perhitungan kekuatan las juga menunjukkan bahwa sambungan mampu menahan beban aktual dengan aman. Secara keseluruhan, alat indikator suhu ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi dan stabilitas proses mixing compound. Kehadirannya memberikan solusi nyata dalam mengurangi potensi kerusakan kualitas compound akibat suhu yang tidak terkontrol, serta mendukung peningkatan mutu dan produktivitas di lingkungan kerja plant compound PT XML.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. A. P. Sari, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperature Chamber," *J. Instrumentasi dan Teknol. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 61–68, 2022.
- [2] M. U. N. ABA, Bayu Wahyudi, and Mohamad Sofie, "Perancangan Pemantauan Suhu Climatic Chamber Berbasis Arduino Dilengkapi Heater Dan Peltier," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 105–113, 2021, doi: 10.51903/elkom.v14i1.334.
- [3] R. Efendi, "A r m a t u r :," vol. 5, no. March, pp. 90–98, 2024.
- [4] Rahmat Gunawan, Arif Maulana Yusuf, and Lysa Nopitasari, "Rancang Bangun Sistem Presensi Mahasiswa Dengan Menggunakan Qr Code Berbasis Android," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 47–58, 2021, doi: 10.51903/elkom.v14i1.369.
- [5] A. I. Wulandari, Alamsyah, and C. L. Agusty, "Analisis Tegangan Regangan Pada Pelat Deck Dan Bottom Kapal Ferry Ro-Ro Menggunakan Finite Element Method," *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 15, no. 1, pp. 45–52, 2021, doi: 10.29122/jurnalwave.v15i1.4782.
- [6] W. Hidayat, *Klasifikasi dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material*. 2019.

- doi: 10.31227/osf.io/6bmfu.
- [7] “2) 1,2,” vol. 2, no. 12, pp. 4179–4186, 2022.
- [8] A. Saputra Ismy, R. Nanda, P. Negeri Lhokseumawe, and P. Pupuk Iskandar Muda JlBanda Aceh-Medan Km, “Pengaruh arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan las double lap joint pada material AISI 1050,” *J. Weld. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [9] Y. R. Fauzi, A. Khalid, and A. Barry, “Pengaruh variasi bevel pada proses pengelasan SMAW terhadap kekuatan tarik material,” *ARMATUR Artik. Tek. Mesin Manufaktur*, vol. 3, no. 2, pp. 58–63, 2022, doi: 10.24127/armatur.v3i2.2694.