PERANCANGAN DAN SIMULASI TEGANGAN *FRAME* MESIN PENGISIAN CURAH TEMBAKAU

Desendra Aufana

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email : desendraaufana937@gmail.com

Masruki Kabib

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email : masruki.kabib@umk.ac.id

Taufiq Hidayat

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email : taufiq.hidayat@umk.ac.id

ABSTRAK

Mesin pengisian curah tembakau merupakan mesin pengisian rajangan tembakau yang sudah dicampur dengan bahan-bahan lain untuk dimasukkan ke dalam bin. Mesin pengisian curah tembakau berfungsi untuk mengisikan curah tembakau dan meratakan curah tembakau ke dalam bin. *Frame* merupakan komponen utama dari mesin pengisian curah tembakau. Penelitian ini bertujuan merancang *frame* mesin pengisian curah tembakau dan menganalisa simulasi *frame* tegangan *von mises stress*. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, proses perancangan dan analisa silmulasi tegangan. Hasil perancangan adalah desain *frame* yang mampu menopang beban dengan tegangan *von mises* 0,116 MPa dan displacement 0,00034 mm. Hasil simulai menunjukan bahwa tegangan *von mises* yang terjadi pada *frame* mengalami Max : 0.113243 Mpa, dan displacement 0.000870669 mm. Hasil perhitungan tegangan *von mises* lebih besar dari hasil simulasi dan perhitungan displacement lebih kecil dari hasil simulasi.

Kata kunci : curah tembakau, *frame*, *simulation*, *displacement*

ABSTRACT

Tobacco bulk filling machine is a tobacco chop filling machine that has been mixed with other ingredients to be put in a bin. Tobacco bulk filling machine functions to fill the tobacco bulk and flatten the tobacco bulk into the bin. The frame is a major component of the tobacco bulk filling machine. This study aims to design a tobacco bulk filling machine frame and analyze von mises stress frame simulation. The methods used include literature study, design process and stress simulation analysis. The design result was a frame design that is able to support the load with a von misses voltage of 0.116 MPa and displacement of 0.00034 mm. The results of simulations was indicate that the von misses gap that occurs in the frame experiences Max: 0.113243 MPa, and displacement 0.000870669 mm. The von misses stress calculation results were greater than the simulation results and the displacement calculations are smaller than the simulation results.

Keywords : bulk tobacco, *frame*, *simulation*, *displacement*.

1. PENDAHULUAN

Mesin pengisian curah tembakau merupakan suatu alat atau perkakas yang di gunakan untuk mengisikan curah tembakau dari conveyor yang terdapat hopper pengarah kedalam bin wadah curah tembakau yang telah ditentukan. Pengisian curah yang baik, maka ukuran mulut bin dan ukuran hopper pengarah harus sesuai, dengan kemampuan dari curah tembakau untuk dapat melewati *hopper* tanpa terhambat dan kecepatan motor untuk menggerakkan *hopper* [1].

Frame merupakan bagian dari mesin pengisian curah tembakau yang berfungsi menompang beban komponen-komponen *frame* di syaratkan harus kuat, kokoh tahan terhadap api dan tahan terhadap getaran atau guncangan, *Frame* yang kuat selama proses produksi yang pada dasarnya akan menahan beban pengisian curah tembakau lebih dari 10 kg serta mampu meredam getaran dari motor. Guna memenuhi kebutuhan sesuai dengan cara kerja mesin pengisian curah tembakau yang telah direncanakan, maka dibuat desain *frame* mesin pengisian curah tembakau yang dapat mendukung cara kerja mesin [2].

Pengembangan desain *frame* yang telah dilakukan penelitian sebelumnya menunjukan bahwa *frame* memiliki kekurangan yaitu kaki kurang tegak diakibatkan karena kurang ketelitian pada saat pemotongan sudut kaki-kaki *frame*. Pada saat perakitan kaki-kaki *frame* juga sedikit mengalami pelengkungan akibat arus las. Adanya cacat las pada *frame*. Cacat las diakibatkan karena penggunaan arus yang tidak sesuai dan elektroda yang lembab. Ukuran tidak sesuai dengan gambar kerja. Ukuran-ukuran tersebut berbeda akibat pemuatan dan pelengkungan pada saat perakitan bahan menggunakan las busur listrik [3].

Pengembangan desain *frame* mesin pencacah rumput laut dengan menggunakan metode rancang bangun, desain *frame* yang sudah direncanakan telah dibuat kosepnya menggunakan *software AutoCad 2013*. Selajutnya, desain *frame* yang telah dibuat diberi ukuran menggunakan *AutoCad 2013* dengan satuan ukuran milimeter ukuran *frame* 1 mesin pencacah rumput laut skala ukm. Perancangan *frame* mesin pencacah rumput laut ini masih ada beberapa kekurangan, baik dari segi kualitas bahan, penampilan, dan kerja/fungsi. Oleh karena itu, untuk dapat menyempurnakan rancangan mesin ini perlu adanya desain yang lebih baik lagi [3].

Desain *frame* mesin perajang ubi horizontal berfungsi untuk menompang seluruh komponen alat perajang. *Frame* ini terbuat dari besi siku 3x3 dengan ketebalan 3 mm. Pemilihan besi siku dengan ukuran tersebut karena alasan teknis harus dapat menopang sistem penggerak (motor listrik) dan sistem transmisi (*pullly*) serta alasan ketersediaan di pasaran. Pembuatan *frame* ini tidak mengalami perubahan dan perbaikan bentuk untuk dari percanaan awal, dan secara fungsional desain *frame* berfungsi baik dan kokoh. Perajang ubi kayu pisau berggerak melalui motor listrik berhasil dikonstruksi dan berfungsi baik serta dioperasikan dengan nyaman [4].

Analisa statik yang telah dilakukan terhadap *frame* mesin dengan cara memberikan beban terpusat pada bagian-bagian komponen yang berperan dalam sistem kerja mesin maka diperoleh hasil analisa statik yang menunjukan tegangan (*von misses stress*) minimum serta maksimum, peralihan (*displacement*) minimum serta maksimumnya peran penting dalam perancangan mesin pencacah rumput gajah diantaranya tidak lepas dari segi kekuatan, dimana rumput yang akan dicacah. Analisa pembebanan statik yang dilakukan pada *frame* tersebut telah dilakukan pada *frame* mesin dan material *frame* yang dipakai adalah baja konstruksi S 10 C (AISI 1010). Adapun hasil dari beberapa pembebanan tersebut menghasilkan tegangan von mises maksimal $3,42 \times 10^7$ N/m² dengan nilai peralihan maksimal sebesar 0,00985 mm [5].

Berdasarkan hasil perhitungan, pemodelan dan simulasi dengan metode elemen hingga untuk pengujian kekuatan *dies frame link* dengan *software inventor* pada proses pembengkok pipa 2 in diperoleh tegangan *principal* 145,5 MPa lebih kecil dari perhitungan tegangan bengkok pada *frame* adalah 2130,525 MPa. Nilai *displacement* 0,008829 mm lebih kecil dari perhitungan defleksi pada *frame* adalah 0,0435 mm., dan nilai tegangan *von mises* 147,5 MPa. Lebih kecil dari perhitungan besarnya *Von mises* pada *frame* adalah 2130,528 MPa. [6].

Berdasarkan hasil dari simulasi analisa tegangan *screw conveyor* dengan metode elemen hingga untuk pencampur garam dan iodium yang menggunakan jenis material *stainless steel 304*, menghasilkan distribusi tegangan keseluruh *screw conveyor*. Hasil analisis di dapatkan nilai

displacement maksimal sebesar 0,0792 mm. Tegangan *Von mises* maksimum 8,16969 MPa dan *safety factor* 15 ul. Sehingga dapat dinyatakan screw conveyor memenuhi syarat dan aman untuk proses pencampuran garam dan iodium [7].

Penelitian ini bertujuan merancang dan analisa simulasi tegangan pada *von mises*, *displacement frame* pada mesin pengisian curah tembakau masih perlu adanya penyempurnaan atau perbaikan dari proses pengoprasian sebelumnya masih menggunakan sistem secara manual [8].

Desain dan analisis *frame* mesin pengisian curah tembakau ini akan dilakukan proses penyempurnaan dari perancangan *frame*. Dimana untuk proses perancangan *frame* pada mesin pengisian curah tembakau ini akan dilakukan proses simulasi untuk mencari nilai *von mises stress* dan *displacement* dari tegangan nilai tersebut [9] [10].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Proses perancangan *frame* mesin pengisian curah tembakau digunakan untuk massa 10 kg dan dilakukan dengan perancangan dan simulasi dengan langkah – langkah sebagaimana di tunjukan gambar 1 dibawah ini :

Gambar 1. Diagram alir rancang bangun

Langkah – Langkah penelitian sebagaimana gambar di mulai dengan kajian pustaka selanjutnya dilakukan analisa kebutuhan ada dua konsep desain analisa kekuatan *frame*. pemilihan konsep *frame* mesin pengisian curah tembakau sesuai dengan kebutuhan supaya dapat menghasilkan mesin yang maksimal. Proses perhitungan *frame* ini dilakukan dengan perhitungan pembebanan, perhitungan kekuatan *frame*, perhitungan sambungan las agar dapat mengetahui nilai dari perhitungan tersebut. Analisa kekuatan *frame* menggunakan *software* ini dengan menggunakan

simulasi *stress analysis* dan *frame analysis* dengan menentukan titik yang akan dilakukan *stress analysis*. Gambar kerja digunakan sebagaimana dapat mengetahui *frame* yang akan dibuat.

3. HASIL DAN PEMBEHASAN

3.1. Konsep Desain

Konsep *frame* dirancang ada dua konsep *frame* mesin pengisian curah tembakau dengan menggunakan sistem otomatis dengan didasari oleh perhitungan dan ukuran. Konsep *frame* yang dilakukan dalam sebuah mesin pengisian curah tembakau menggunakan sistem kontrol harus kuat karena harus menahan beban-beban komponen yang berada di dalam mesin sehingga konsep tersebut dapat diaplikasikan ke dalam sebuah mesin pengisian curah tembakau, dapat dilihat pada gambar 2 dan 3 dibawah ini :

Gambar 2. Konsep 1

Gambar 3. Konsep 2

Pemilihan konsep desain mempertimbangkan perbedaan maka tingkat efisiensi dan kekuatan cenderung kepada konsep yang pertama karena lebih kuat untuk mesin pengisian curah tembakau dengan massa 10 kg dengan pertimbangan sebagai berikut :

Desain *Frame* utama berada di tengah *frame* dilakukan dengan cara pengelasan agar pada saat di bebani oleh komponen-komponen mesin pengisian curah tembakau dengan massa 10 kg tidak terjadi bergeseran membuat konstruksi *frame* menjadi lebih kuat dan menjadikan biaya pembuatan mesin bisa di minimalisir. *Frame* menggunakan *square pipe* dengan ketebalan 3 mm sehingga *frame* kuat karena mampu menahan getaran. *Frame* bawah menggunakan Baja profil siku ST 37. Aksesibilitas operator sangat baik Karena di mudahkan dengan desain dalam penempatan bin yang tidak terlalu tinggi. Dari kekuatan konstruksi kedua desain mempunyai defleksi yang sama yaitu defleksi vertikal. Kemudahan pada proses manufaktur dilakukan dalam waktu yang sudah di tentukan.

Frame yang berfungsi untuk menyangga dan tempat berbagai komponen – komponen mesin pengisian curah tembakau dengan massa 10 kg, mengalami pembebanan yaitu hopper, bin, roda, motor pendorong hopper, lengan pendek engkol penggerak hopper, lengan panjang pendorong hopper, motor pendorong bin, lengan pendek pendorong bin, lengan panjang pendorong bin, buka tutup hopper.

3.2. Perhitungan kekuatan *frame*

Pada proses perencanaan perhitungan *frame* pada mesin pengisian curah tembakau dibutuhkan proses perhitungan untuk mempermudah proses pembuatan atau perencanaan. Dalam proses perhitungan *frame* meliputi perhitungan pembebanan *frame*, perhitungan kekuatan *frame*, perhitungan kekuatan sambungan las.

Perhitungan kekuatan *frame* di dasarkan sebagaimana ditujukan pada gambar 4 :

Gambar 4. *frame* pembebanan

3.3. Perhitungan *frame*

Perencanaan perhitungan pembebanan *frame* daya bertujuan untuk menentukan seberapa maksimal yang didapat dari mesin pengisian curah tembakau.

Beban pada *frame* dihitung dengan menggunakan 1 persamaan berikut [3] :

$$W = m \cdot g \quad (1)$$

Di mana W adalah gaya (N), m adalah massa dalam (kg), g adalah gaya gravitasi (m/det^2).

Perhitungan kekuatan *frame* dengan memberikan beban terpusat pada bagian komponen yang berperan dalam sistem kerja mesin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2 berikut [3] :

$$\sum M_A = 0 \quad (2)$$

Gambar 5. kekuatan *frame* atas

Perhitungan kekuatan sambungan las pada *frame* mesin pengisian curah tembakau ini hanya ditinjau dari pengelasan pada *frame* karena dapat melihat sambungan pada tegangan tarik ijin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3 berikut [5] :

$$f_v = \frac{P}{0,0707 a L_W} \quad (3)$$

Dimana f_v adalah tegangan tarik ijin , P adalah massa total.

Gambar 6. Sambungan pengelasan

E 60,000 = kekuatan tarik terendah setelah di laskan adalah 60,000 psi atau 420 N/mm dengan posisi pengelasan mendatar, vertical atas kepala dan horizontal jenis listrik adalah DC polaritas balik (DC+) diameter elektroda 2,5 mm, arus 90 – 150 A.

Ditinjau dari tegangan (momen bending) pada *frame* untuk mencari kekuatan tarik ijin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4 pada tengangan dapat dihitung menggunakan persamaan 4 berikut [13] :

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot y}{I} \quad (4)$$

Dimana Momen bending maksimal adalah (M_{max}), Momen inersia adalah (I_x), Jarak dari sumbu netral adalah (y).

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan yang diberikan pada balok atau batang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5 berikut [6] :

$$\delta = \frac{P \cdot L}{A \cdot E} \quad (5)$$

Dimana Defleksi yang terjadi adalah (δ), Panjang bahan adalah (P), Luas penampang adalah (A), Modulus elastisitas adalah (E)

Von mises stress untuk mencari keuletan bahan ketika invarian tegangan deviatorik kedua mencapai nilai kritis dapat dihitung menggunakan persamaan 6 berikut [6] :

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \quad (6)$$

$$\sigma_{min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

Dimana $\sigma_x = \sigma$ dan $\sigma_y = 0$

Hasil perhitungan kekuatan dan dimensi frame ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan pada *frame* mesin pengisian curah tembakau

Perhitungan	Hasil
1. Perhitungan kekuatan pada <i>frame</i>	1.371 Nmm
2. kekuatan sambungan las	0,143 N/mm ²
3. Tegangan momen bending pada batang	1,266 N/mm ²
5. Von mises stress	0,166 Mpa
6. Displacement	0,00034 mm

3.4. Simulai pada *frame* atas

Frame bagian atas mesin pengisian curah tembakau mendapatkan pembebanan tarik pada 2 sisi atas *frame*. Nilai pembebanan yang di berikan 54,87 N di bagian dua sisi yaitu 27.43 N Hasil analisa menggunakan *software inventor* 2015 adalah sebagaimana ditunjukkan pada gambar 7 dan 8 berikut :

Gambar 7. simulasi *frame* atas von misesstress

Gambar 8. Simulasi *frame* displacement

Pada proses pengujian dengan menggunakan *software inventor* 2015 pada *frame* atas mengalami *von mises* min : 0.00000165356 Mpa dan Max : 0.113243 Mpa, *displacement* min : 0 mm dan nilai max : 0.000870669 mm, dan nilai ≥ 1 sehingga *frame* dinyatakan aman dan masih memenuhi alat yang ditentukan.

Pembebanan pada *frame* sebagian besar ditahan oleh batang melintang yang di tengah, hal ini disebabkan pada bagian tersebut menerima beban *hopper* dan tembakau yang masuk ke dalam *hopper*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada bagian ini masih memenuhi syarat kekuatan desain rangka.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan *frame* mesin pengisian curah tembakau dan mengetahui pengujian kekuatan tahanan *von mises stress* yang terjadi pada *frame* dengan hasil perhitungan menunjukan bahwa tegangan *von mises* yang terjadi mencapai Max : 0,116 MPa, dan *displacement* 0,00034 mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan *von misses* yang terjadi pada *frame* mencapai Max : 0.113243 Mpa, dan *displacement* 0.000870669 mm. Hasil

perhitungan tegangan *von mises* lebih besar dari hasil simulasi dan perhitungan *displacement* lebih kecil dari hasil simulasi

5. DAFTAR PUSTAKA

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