

Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik Untuk Pembuatan Produk Jadi Dari Bahan Komposit

Andi Rahmadhani

¹Program Studi Teknik Mesin, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

andirahmadhani@gmail.com

Abstrak

Pada saat ini banyak perkembangan teknologi yang sudah banyak membantu manusia dalam memecahkan masalah-masalah yang rumit, seperti halnya menciptakan mesin kempa/mesin press hidrolik untuk mempermudah cara kerja manusia untuk mengerjakan suatu pekerjaan yang berat. Maka dari itu mesin kempa hidrolik memerlukan perancangan untuk sistem hidroliknya agar membuat proses kerja jadi seperti yang diinginkan. Disini perancangan sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik dirancang untuk mempermudah dan mempercepat pembuatan produk jadi dari bahan komposit. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk merancang sistem hidrolik pada mesin kempa hidrolik dan mengetahui berapa tebal pelat atau bahan yg digunakan mesin ini pada saat melakukan pengepresan. Bagian-bagian sistem hidrolik yang akan dirancang pada mesin kempa hidrolik yaitu, meja molding, meja atas (dudukan silinder), column (tiang penyangga), tapak dudukan silinder, kopling penyambung silinder-Sliding Down, Sliding Down, penghubung Sliding Down-molding, Penghubung Antara Kopling Bawah-Molding Jantan, dan moding jantan yang dirancang dengan menggunakan software solidwork 2014. Hasil pengujian kelendutan pada pelat meja atas dengan pemberian gaya (F) 21,47 kN jika tebal pelat 10 mm maka lendutan yang terjadi 0,0244 mm, jika tebal pelat 15 mm maka lendutan yang terjadi 0,0365 mm dan jika tebal pelat 20 mm maka lendutan yang terjadi 0,04873 mm, dari hasil pengujian tersebut spesifikasi data yang didapat adalah pelat dapat dihitung mulai dari ketebalan 5 mm – 25 mm, semakin tebal pelat yang digunakan maka semakin kecil hasil lendutan yang di hasilkan.

Kata Kunci: *Mesin kempa, system hidrolik, kekuatan lendutan bahan*

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini banyak perkembangan teknologi dari waktu ke waktu yang sudah banyak membantu manusia dalam memecahkan masalah-masalah yang rumit, dengan adanya penemuan- penemuan baru dibidang teknologi merupakan suatu bukti manusia terus menerus berpikir bagaimana cara membuat atau merancang serta menemukan suatu hal yang baru guna mempermudah pekerjaan yang akan dilakukan dalam suatu bidang teknologi. Kemajuan yang cepat dapat dilihat didalam bidang industri yang memerlukan banyak sarana penunjang guna untuk mendukung kelancaran pekerjaan didalam suatu industri ataupun laboratorium. Seperti halnya mesin untuk pembuatan produk dari bahan komposit yang sangat dibutuhkan dalam kelancaran saat melakukan praktikum ataupun penelitian di laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Mesin kempa hidrolis ini pada dasarnya berfungsi untuk menekan, memotong dan lain-lain, namun dalam judul ini mesin kempa hidrolis digunakan untuk membuat bahan atau barang jadi dari bahan komposit yang di perlukan untuk percobaan di dalam laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, selama ini praktikum pembuatan bahan komposit hanya menggunakan alat manual saja, dan metode manual ini kurang efektif serta memakan waktu yang cukup lama untuk pembuatan sebuah produk ataupun digunakan dalam suatu produk skala banyak karena dari segi waktu saja sangat tidak mungkin dapat menghasilkan produk yang banyak dengan alat seperti itu.

Oleh sebab itu di buat alat mesin kempa hidrolis untuk pembuatan bahan komposit, untuk menanggulangi agar hasil pembuatan produk dapat efektif dan tidak memerlukan waktu yang cukup lama, serta dapat menghasilkan produk yang lebih banyak dan bentuk produk yang bervariasi. Maka di buatlah penelitian dengan judul "Perancangan Sistem Hidrolis Pada Mesin Kempa Hidrolis Untuk Pembuatan Produk Dari Bahan Komposit" mengapa memilih judul ini ialah untuk memahami bagaimana merancang sistem hidrolis pada mesin kempa yang lebih efisien serta dapat menghemat biaya dan mampu untuk digunakan dalam pembuatan produk berbahan komposit. Diharapkan agar sistem hidrolis pada mesin kempa ini benar-benar dapat bekerja dengan baik dan sesuai harapan. Dan semoga dengan proyek tugas akhir ini, dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua kalangan yang memerlukan referensi untuk pembuatan mesin kempa hidrolis.

2. METODE PENELITIAN

□ Tempat dan Waktu

Adapun tempat pelaksanaan perancangan mesin kempa hidrolis dilaksanakan di laboratorium Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

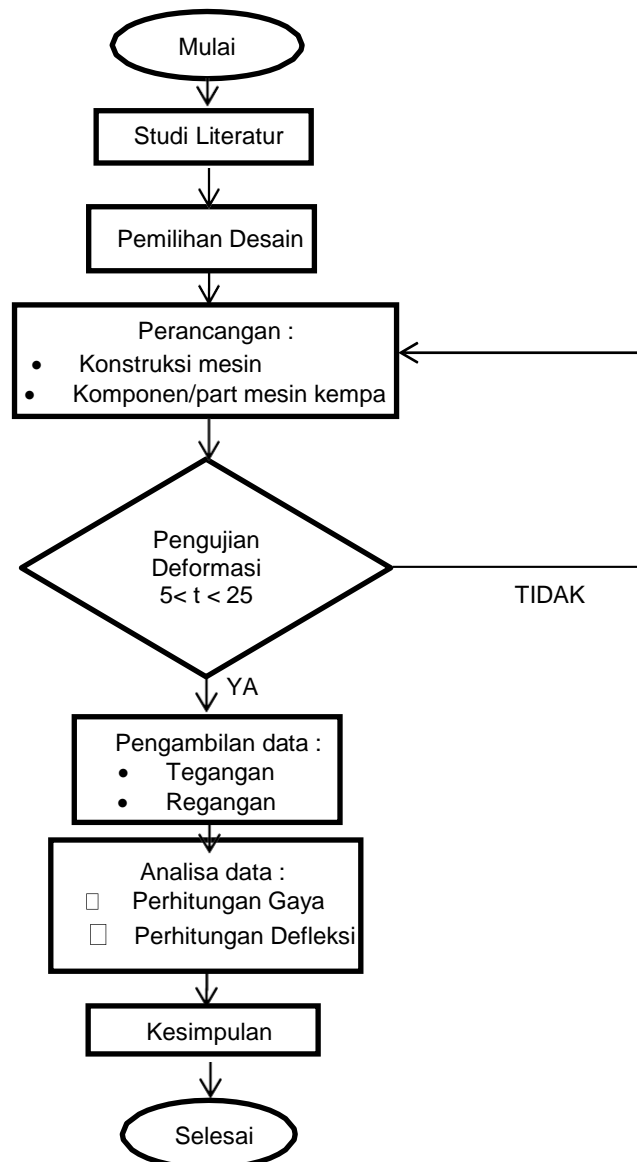
□ Waktu Pelaksanaan Perancangan

Adapun waktu pelaksanaan perancangan mesin kempa hidrolis untuk penggunaan laboratorium dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 2 Jadwal dan kegiatan saat melakukan penelitian

No	Kegiatan	Bulan/T.A 2018-2019							
		Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1	Pengajuan Judul								
2	Studi Literatur								
3	Perancangan Desain								
4	Pembuatan Desain								
5	Pelaksanaan Pengujian								
6	Penyelesaian Skripsi								

- Diagram Alir



Gambar 6 Diagram Alir

- Alat Perancangan

Adapun peralatan yang digunakan dalam proses perancangan ini adalah :

- a. Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam perancangan ini adalah :

1. Processor : Intel® Pentium® CPU B950 @ 2.10GHz 2.10GHz
2. RAM : 2.00 GB
3. System Type : 64-bit Operating System

b. Software Solidworks

Spesifikasi software yang digunakan dalam pembuatan desain perancangan sistem hidrolik ini adalah sebagai berikut :

1. Nama : Solidworks 2014 Activation Wizard
2. Type : Application
3. Size : 1.25 GB

□ Tahap Awal Proses Perancangan

Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Satu Silinder :

- a. Siapkan laptop, lalu buka aplikasi solidworks dan tunggu sampai tampilan jendela kerja solidworks muncul.
- b. Perancangan Meja *Molding*
Meja *molding* dibuat dari potongan pelat besi baja dengan tebal 10 mm. Desain meja *molding* tersebut memiliki panjang 890 mm, lebar 495 mm. Pada bagian setiap sisi sudutnya memiliki lubang dengan diameter 25 mm sebagai tempat dudukan dari pada tiang penyangga.
- c. Perancangan Meja Atas (Dudukan Silinder)
Meja *molding* dibuat dari potongan pelat besi baja dengan tebal 10 mm. Desain meja *molding* tersebut memiliki panjang 890 mm, lebar 495 mm. Pada bagian setiap sisi sudutnya memiliki lubang dengan diameter 25 mm sebagai tempat dudukan dari pada tiang penyangga. Dan terdapat lubang sebagai tempat dudukan dari silinder dengan diameter 128 mm.
- d. Perancangan *Column* (Tiang Penyangga)
Tiang penyangga ini dirancang dengan tinggi 750 mm, diameter 32 mm dan diameter dudukan meja 25 mm.
- e. Perancangan Dudukan Silinder
Dudukan silinder ini dirancang dengan lebar diameter luar 220 mm, diameter dalam 128 mm dan tebal 20 mm. Dan disini terdapat 6 lubang dengan ukuran 14 mm sebagai pengikat antara silinder-meja atas.
- f. Perancangan Penyambung Silinder-*Sliding Down*
Penyambung silinder-*Sliding Down* dirancang dengan ukuran diameter 160 mm, tebal 65 mm, dan diameter dalam 45 mm. Rancangan ini memiliki 4 lubang baut dengan ukuran diameter 12 mm yang berfungsi untuk mengikat pemegang tiang.
- g. Perancangan *Sliding Down*
Sliding Down dirancang dengan model diagonal dengan ukuran panjang 70 mm, diameter dalam 32 mm, tinggi 70 mm dan tebal pelat 8 mm.
- h. Perancangan Penghubung *Sliding Down –Molding*
Penghubung *Sliding Down-molding* ini dirancang dengan ukuran diameter 160 mm, tebal 45 mm, dan diameter tumpuan 45 mm dengan tebal 11 mm. Rancangan ini memiliki 4 lubang baut dengan ukuran diameter 12 mm yang berfungsi untuk mengikat *Sliding Down*.
- i. Perancangan Antara Penghubung Bawah-*Molding Jantan*
Penghubung ini dirancang menjadi 2 bagian dengan ukuran yang sama, bahan yang digunakan ialah baja lunak dengan ukuran pelat 10 mm dan dirancang memiliki sekat-sekat lingkaran yang di bentuk menggunakan mesin bubut guna untuk mengikat agar tidak terjadi selip saat mesin sudah beroperasi. Ukuran sekat-sekat lingkarannya adalah sebagai berikut diameter 45 mm tebal 16 mm, diameter 42 mm tebal 13 mm, diameter 35 mm tebal 16 mm, diameter 42 mm tebal 11 mm.
- j. *Molding Jantan*
Molding jantan ini dirancang menggunakan bahan pelat baja dengan panjang 320 mm, lebar 205 mm dan tebal 24 mm. Dan ukuran sekat-sekat lingkarannya adalah sebagai berikut diameter 45 mm tebal 16 mm, diameter 42 mm tebal 13 mm, diameter 35 mm tebal 16 mm, diameter 42 mm tebal 11 mm.

Konsep Perancangan Sistem Hidrolik Dengan Dua Silinder :

- a. Perancangan Meja *Molding*
Pada perancangan meja *molding* ini tidak berbeda dengan meja yang menggunakan konsep singel silinder. Meja *molding* ini di buat dari potongan plat besi baja dengan tebal 10 mm. Desain meja *molding* tersebut memiliki panjang 800 mm, lebar 400 mm. Pada bagian setiap sisi sudutnya memiliki lubang dengan diameter 30 mm sebagai tempat dudukan dari pada tiang penyangga.
- b. Perancangan Meja Atas (Dudukan Silinder)
Dalam konsep double silinder ini meja *molding* di buat sedikit berbeda karena memperhatikan letak dari kedua silinder. Meja ini di rancang dari potongan pelat besi baja dengan tebal 10 mm. Desain meja *molding* tersebut memiliki panjang 800 mm, lebar 400 mm. Pada bagian setiap sisi sudutnya memiliki lubang dengan diameter 30 mm sebagai tempat dudukan dari pada tiang penyangga. Dan bedanya di rancangan ini terdapat 2 lubang sebagai dudukan dari masing-masing silindernya dengan ukuran diameter 80 mm.
- c. Perancangan *Column* (Tiang Penyangga)
Column ini dirancang dengan tinggi 785 mm, diameter 32 mm dan diameter dudukan meja 25mm.
- d. Perancangan Cekaman/Dudukan Silinder
Dudukan silinder pada konsep ini di buat 2 buah karena memakai 2 silinder. Keduanya memiliki ukuran yg sama, dudukan silinder ini dirancang dengan lebar diameter luar 300 mm, diameter dalam 80 mm dan tebal 46 mm. Dan disini terdapat 6 lubang dengan ukuran 20 mm sebagai pengikat antara silinder-meja atas.
- e. Perancangan *Sliding Down*
Sliding Down pada konsep ini di rancang tidak berhubungan dengan tiang sebagai pengkokohnya, namun di rancang menyatu pada kedua silinder untuk mengepress benda kerja. *Sliding Down* inidi rancang dengan ukuran panjang 600 mm, lebar 300 mm dan tebal 10 mm. Pada bagian ini terdapat 2 buah tempat dudukan yang akan di sambungkan dengan kedua silinder, dimana diameternya 60 mm. Dan konsep ini menggunakan media pengelasan sebagai penyambung antara silinder dan *Sliding Down*.

b. HASIL DAN PEMBAHASAN

□ Hasil Rancangan Sistem Hidrolik

Adapun hasil dan pembahasan perancangan sistem hidrolik adalah :

1. Rancangan Dengan Menggunakan Konsep Satu Silinder

Dalam konsep rancangan ini hanya menggunakan satu silinder saja sebagai media pengepressannya. Karena silinder yang di gunakan hanya satu, maka ukuran silinder dirancang dengan diameter dan penampang lebih besar agar tenaga yang di hasilkan dapat mencapai batas yang dibutuhkan untuk melakukan tekanan dan mampu Mengimbangi tenaga yang menggunakan dua silinder. Dari segi ekonomis konsep satu silinder ini akan lebih menghemat biaya dari pada konsep menggunakan dua silinder. Dan konstruksi yang diperlukan akan lebih simple.

mengimbangi tenaga yang menggunakan duasilinder. Dari segi ekonomis konsep satu silinder ini akan lebih menghemat biaya dari pada konsep menggunakan dua silinder. Dan konstruksi yang di perlukan akan lebih simple.



Gambar 23 Konsep Rancangan Sistem Hidrolik Singel Silinder

1. Rancangan Dengan Menggunakan Konsep Dua Silinder

Konsep ini di rancang dengan menggunakan dua silinder sebagai media pengepressannya. Konsep rancangan ini di buat untuk mendapatkan hasil tenaga yang maksimal tentunya. Namundilihat dari segi ekonomis, konsep rancangan ini memakan biaya yang cukup banyak. Dikarenakan harus menyediakan silinder sebanyak dua buah, di tambah lagi bahan konstruksi yang akan di gunakan cukup banyak. Hasil rancangan mengguna konsep double silinder dapat di lihat pada gambar 4.17 di bawah ini.



Gambar 24 Konsep Rancangan Sistem Hidrolik Double Silinder

Maka kesimpulan dari perbandingan kedua konsep perancangan ini adalah, penulis memutuskan untuk memilih menggunakan konsep yang pertama yaitu dengan konsep perancangan satu silinder. Dengan konsep ini biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis dan tenaga yang di hasilkan mampu mencapai batas yang dibutuhkan untuk melakukan tekanan, serta mampu mengimbangi tenaga yang menggunakan dua silinder.

- Data Hasil Perhitungan

Perbandingan konsep model silinder dapat dilihat pada analisa berikut ini:

- ✓ Satu Silinder

- Perhitungan Luas Penampang Satu Silinder

Diketahui ukuran dari diameter piston dan diameter silinder rod. Dengan : Diameter piston = 108 mm

Diameter rod = 45 mm

Untuk mengetahui luas penampang dapat diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$A = \frac{1}{4} \pi (d^2 - d^2)$$

Maka :

$$\begin{aligned} A (\text{luas Penampang}) &= \frac{1}{4} \pi (108^2 - 45^2) \\ &= \frac{1}{4} 3,14 (108^2 - 45^2) \\ &= 7566,61 \text{ mm}^2 \\ &= 75,6 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- Perhitungan Volume Oli Yang Dibutuhkan pada Silinder Hidrolik.

Diketahui panjang langkah dari silinder hidrolik adalah 31 cm. Untuk mencari volume oli yang dibutuhkan pada silinder hidrolik dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$V = A \times S$$

Dengan :

S = panjang langkah = 31 cm

A = luas penampang = 75,6 cm²

Maka :

$$\begin{aligned} V &= A \times S \\ &= 75,6 \text{ cm}^2 \times 31 \text{ cm} \\ &= 2646 \text{ cm}^3 \\ &= 2,64 \text{ dm}^3 = 2,64 \text{ liter} \end{aligned}$$

✓ Dua Silinder

➤ Perhitungan Luas Penampang Satu Silinder

Diketahui jika ukuran dari diameter piston dan diameter silinder rod. Dengan :Diamter piston = 80 mm

Diameter rod = 35 mm

Untuk mengetahui luas penampang dapat diketahui dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$A = \frac{1}{4} \pi (d^2 - d^2)$$

Maka :

$$\begin{aligned} A (\text{luas Penampang}) &= \frac{1}{4} \pi (d^2 - d^2) \\ &= \frac{1}{4} 3,14 (80^2 - 35^2) \\ &= 4062,375 \text{ mm}^2 \\ &= 40,6 \text{ cm}^2 \times 2 \\ &= 81,2 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Perhitungan Volume Oli Yang Dibutuhkan pada Silinder Hidrolik.

Diketahui jika panjang langkah dari silinder hidrolik adalah 31 cm. Untuk mencari volume oli yang dibutuhkan pada silinder hidrolik dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$V = A \times S$$

Dengan :

S = panjang langkah = 31 cm

A = luas penampang =

81,2 cm² Maka :

$$V = A \times S$$

$$= 81,2 \text{ cm}^2 \times 31 \text{ cm}$$

$$= 2517,2 \text{ cm}^3$$

$$= 2,52 \text{ dm}^3 = 2,52 \text{ liter} \times 2 = 5,03 \text{ liter}$$

Jadi volume yang dibutuhkan didalam silinder hidrolik sampai ke titik mati bawah (TMB) adalah 5,03 liter

Setelah melakukan percobaan dengan menggunakan satu silinder pada saat proses langkah maju maka didapatlah hasil data pada pressure gauge dengan tekanan 30 kg/cm². Maka gaya (F) yang dihasilkan dapat di hitung dengan rumus

$$P = \frac{F}{A}$$

Dimana :

P = pressure (tekanan)

A = luas penampang = 75,6 cm²

Maka, F = P.A

$$= 30 \text{ kg/cm}^2 \times 75,6 \text{ cm}^2$$

$$= 2146,8 \text{ kg/cm}^4$$

$$= 21468 \text{ N} = 21,47 \text{ kN}$$

✓ Analisa Plat Baja yang Digunakan

Untuk memilih pelat baja yang akan digunakan maka dilakukan analisa pada ketebalan pelat berikut ini :

➤ Kekuatan elastisitas pelat baja dengan ketebalan 10 mm.

➤ Diketahui : t = 10 mm = 1 x 10 mm

L. Penampang (A) = 890 mm x 495 mm

$$F = 21,47 \text{ kN}$$

$$\Delta L = \frac{(21,47 \text{ kN})(1 \times 10 \text{ mm})}{(890 \times 495)(2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2)}$$

$$\Delta L = \frac{21,46 \text{ N}\cdot\text{mm}}{881100 \text{ mm}^4} = 0,0244 \text{ mm}$$

- Kekuatan elastisitas plat baja dengan ketebalan

15 mm. Diketahui : $t = 15 \text{ mm} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ mm}$

L. Penampang (A) = 890 mm x 495 mm

F = 21,47 kN

E = $200 \times 10^3 \text{ N/mm}^2 = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

Ditanya : ΔL (kekuatan elastisitas)

$$\Delta L = \frac{F \cdot t}{A \cdot E}$$

$$\Delta L = \frac{(21,47 \text{ kN})(1,5 \times 10^{-1} \text{ mm})}{(890 \times 495)(2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2)}$$

$$\Delta L = \frac{32,19 \text{ N}\cdot\text{mm}}{881100 \text{ mm}^4} = 0,0365 \text{ mm}$$

- Kekuatan elastisitas plat baja dengan ketebalan

20 mm. Diketahui : $t = 20 \text{ mm} = 2 \times 10 \text{ mm}$

L. Penampang (A) = 890 mm x 495 mm

F = 21,47 kN

E = $200 \times 10^3 \text{ N/mm}^2 = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

Ditanya : ΔL (kekuatan elastisitas)

$$\Delta L = \frac{F \cdot t}{A \cdot E}$$

$$\Delta L = \frac{(21,47 \text{ kN})(2 \times 10 \text{ mm})}{(890 \times 495)(2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2)}$$

$$\Delta L = \frac{42,92 \text{ N}\cdot\text{mm}}{881100 \text{ mm}^4} = 0,0487 \text{ mm}$$

- Menentukan Bahan yang Digunakan

Melihat dari hasil data yang diperoleh maka dipilihlah bahan yang akan digunakan untuk Perancangan Sistem Hidrolik pada Mesin Kempa Hidrolik untuk Pembuatan Produk Dari Bahan Komposit.

1. Menentukan silinder yang digunakan dalam perancangan system hidrolik.

Dilihat dari perbandingan analisa data konsep pertama menggunakan 1 silinder dengan ukuran diameter blok 110 mm, as silinder 108 mm dan tinggi silinder 600 mm dan konsep kedua yang menggunakan 2 silinder dengan ukuran diameter blok 84 mm, as silindernya 80 mm dan tinggi silinder 500 mm. Adapun perbandingan hasil datanya adalah :

Tabel 3 Hasil Analisa Data Perbandingan Singel Silinder dengan Double Silinder

Hasil Data Silinder	Konsep I (Satu Silinder)	Konsep II (Dua Silinder)
• Luas Penampang	75,6 cm ²	2,64 liter
• Volume Silinder / Debit Fluida	81,2 cm ²	5,03 liter

2. Menentukan tebal pelat baja yang digunakan dalam perancangan system hidrolik.

Menentukan bahan pelat baja dengan tebal 10 mm, 15 mm dan 20 mm yang akan digunakan dalam perancangan system hidrolik pada mesin kempa hidrolik. Adapun analisa perbandingan data yang didapat adalah :

Table 4 Hasil Analisa Data Perbandingan dari Pelat Baja 10 mm, 15 mm dan 20 mm.

Tebal Pelat	Kekuatan Elastisitas Pelat Baja
• 10 mm	0,0244 mm
• 15 mm	0,0365 mm
• 20 mm	0,048

Dari hasil data perbandingan dipilihlah pelat baja 10 mm karena pelat baja 10 mm hanya menerima kelendutan 0,0244 mm. Dari analisa ini pelat baja 10 mm sudah cukup untuk menahan gayayang diterima saat dilakukan langkah kerja pada sistem hidrolik untuk menghasilkan produk yang layak dan berkualitas. Kerena bila dipilih pelat baja dengan ketebalan 15 mm atau 20 mm maka akan menambah biaya yang lebih banyak.

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil Perancangan Sistem Hidrolik Pada Mesin Kempa Hidrolik, jika dengan pemberian gaya (F) 21,46 N terhadap pelat baja dengan tebal 10 mm maka lendutan yg terjadi pada pelat baja tersebut sebesar 0,0244 mm, jika pemberian gaya (F) pada pelat baja dengan ketebalan 15 mm maka lendutan yang terjadi pada pelat baja tersebut sebesar 0,0365 mm danjika pemberian gaya (F) pada pelat baja dengan ketebalan 20 mm, maka lendutan yang terjadi pada plat baja tersebut sebesar 0,0487 mm.
2. Dari sistem hidrolik yang dirancang menunjukkan bahwa semakin besar silinder yang digunakan maka pelat baja pun harus di sesuaikan dengan besaran gaya yang dihasilkan dari tekanan silinder tersebut.
3. Sistem hidrolik yang dirancang juga menunjukkan bahwa semakin tebal pelat baja yang digunakan maka semakin sedikit pula nilai lendutan yang terjadi.

5. REFERENSI

- Lubis, R. D. W., Syam, B., & Gunawan, S. (2020). Simulasi Respon Mekanik Komposit Busa Polimer Diperkuat Serat Tkks Dengan Variasi Konsentrasi Al₂O₃. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 29-37.
- Lubis, R. W., Yani, M., Gunawan, S., & Pulungan, I. W. (2022, July). ANALISA RESPON MEKANIK MATERIAL POLIMER KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT TKKS DAN FILTER ROKOK AKIBAT BEBAN STATIK. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 5, No. 1, pp. 151-154).
- Lubis, S., Siregar, M. A., Hasibuan, E. S., & Siregar, I. (2022). Studi Eksperimental Kekuatan Struktur Atap Berongga Berbahan Komposit Serat Alam. *Jurnal Surya Teknika*, 9(2), 411-415.
- Sarjana, S. S., Prawoto, Y., Umroh, B., & Idris, M. (2023). Analisis Tegangan Mekanik Pada Mesin Press Hidrolik Dengan Beban 20 Ton. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(2), 258-266.
- Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- Tanjung, I. (2022). ANALISIS MORFOLOGI SERAT DAN KEKUATAN IMPAK BAHAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT PINANG (ARECA CATECHU) YANG TELAH DILAKUKAN PERBAIKAN SIFAT FISIK. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 4(1), 1-7.
- Yani, M. (2016). Kekuatan Komposit polymeric foam diperkuat serat tandan kosong kelapa sawit pada pembebanan dinamik. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin" MEKANIK"*, 2(2).
- Yani, M. Y. M., Suroso, B., & Muharnif, M. (2019). Pendampingan Pembuatan Papan Skate Board Dari Komposit Pada Panti Asuhan Muhammadiyah Cabang Medan Kota. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 31-39.
- Yani, M. Y. M., Suroso, B., & Muharnif, M. (2019). Pendampingan Pembuatan Papan Skate Board Dari Komposit Pada Panti Asuhan Muhammadiyah Cabang Medan Kota. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 31-39.
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan dan penyelidikan perilaku mekanik komposit diperkuat serat limbah plastik akibat beban lendutan. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan dan penyelidikan perilaku mekanik komposit diperkuat serat limbah plastik akibat beban lendutan. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).