

Perancangan Modifikasi Mesin *Powder* Serat Daun Nanas Kapasitas 5,54 Kg/Jam

Alfan Ekajati Latief, Fery Hidayat, M. Pramuda Nugraha S dan M. Rezki Pratama

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

e-mail: alfan@itenas.ac.id

Received 15 April 2025 | Revised 20 Mei 2025 | Accepted 7 Juni 2025

ABSTRAK

Slide piece CVT adalah komponen kendaraan berbahan komposit polimer campuran dari PPHI dan serat daun nanas. Penelitian ini membuat mesin *powder* serat alam untuk proses penepungan dengan metode perancangan preskriptif. Hasil perancangan menghasilkan mesin pemisah serbuk serat alam (serat daun nanas) untuk bahan komposit polimer dengan spesifikasi ukuran panjang 420 mm, lebar 300 mm, dan tinggi 582 mm. Kapasitas produksi mesin penepung serat alam 5 kg/jam. Mesin berpenggerak motor listrik AC 1 Hp, putaran 2800 rpm. Sistem transmisi V-belt dengan poros penggerak Ø30 mm. Kontruksi rangka terbuat dari profil 35x35x5 mm berbahan ST42 dan pisau berbahan S45C (AISI 1045) dengan ketebalan 10 mm. Menggunakan 9 mata pisau dinamis dan 6 mata pica statis bidang tajam dalam mata pisau dinamis 30° dan mata pisau statis 60°. Lalu *Powder* disaring menggunakan Cyclone collector dengan mesh 120 dan Vibration Screen dengan Mesh 120, 170, dan 200. Hasil analisis dan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak CAD terhadap Rancangan Mesin *Powder* Serat Daun Nanas mendapatkan nilai tegangan maksimum (σ_{maks}) sebesar 2,88 MPa, defleksi maksimum (δ_{maks}) 0,00035 mm dan Safety Factor (SF) 100 dari komponen Poros dan komponen Pegas memiliki nilai tegangan maksimum (σ_{maks}) sebesar 1,5 MPa, defleksi maksimum (δ_{maks}) 10,57 mm dan Safety Factor (SF) 1,45 serta Pressure Drop (ΔP) yang terjadi pada pipa cyclone sebesar 7,75 MPa untuk Ø pipa 2" dengan kecepatan pengumpanan (v_{in}) 58,13 m/s.

Kata kunci: *Slide Piece* komposit, polypropilane high impact, serat rami dan serat nanas, Injection Molding, Proses Machining CNC, Perangkat Lunak CAD.

ABSTRACT

Slide piece CVT is a vehicle component made from composite polymer mixture of PPHI and pineapple leaf fiber. This study created a natural fiber powder machine for the flouring process with a prescriptive design method. The design results produce a natural fiber powder separator machine (pineapple leaf fiber) for polymer composite materials with specifications of 420 mm in length, 300 mm in width, and 582 mm in height. The production capacity of the natural fiber flouring machine is 5 kg/hour. The machine is driven by a 1 Hp AC electric motor, 2800 rpm. V-belt transmission system with a Ø30 mm drive shaft. The frame using 35x35x5 mm profile made of ST42 and a blade material S45C (AISI 1045) with 10 mm thickness. Using 9 dynamic blades and 6 sharp plane static blades in 30° dynamic blades and 60° static blades. The Powder is filtered by Cyclone collector with mesh 120 and Vibration Screen with Mesh 120, 170, and 200. Analysis and simulation results using CAD Software shows maximum stress of shaft (σ_{maks}) 2.88 MPa with maximum deflection (δ_{maks}) 0.00035 mm and Safety Factor (SF) 1.45 and (σ_{maks}) 1.5 MPa, maximum deflection (δ_{maks}) 10.57 mm, Safety Factor (SF) 1.45 for Spring Part. And the Pressure Drop (ΔP) that occurs in the Cyclone Pipe is 7.75 MPa for Ø2" of pipe, feeding speed (v_{in}) 58.13 m/s.

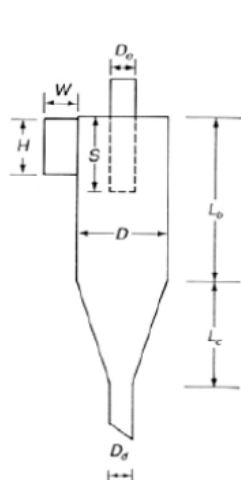
Keywords: *Slide Piece* composite, polypropilane high impact, Hemp and Pineapple Fiber, Injection Molding, CNC Machining Process, CAD Software.

1. Pendahuluan

Polipropilena high impact (PPHI) merupakan bahan yang umum digunakan dalam industri otomotif saat ini [1]. Seperti *slide piece* CVT yang merupakan komponen *continuous variable transmission* yang melindungi posisi rumah roller selama bergerak translasi [2]. *slide piece* CVT berbahan PPHI untuk mendapatkan ketahanan terhadap daya impact [3]. PPHI digunakan sebagai pengikat komposit dengan penguat serat alam yang berbentuk *powder* yang tergolong dalam serat daun (leaf fibres) seperti *abaca*, *henequen*, *sisal*, daun nanas, serta lidah mertua [3].

Mesin Powder serat alam dirancang untuk mengubah geometri bahan serat alam menjadi serbuk (*powder*) yang berpenggerak motor Listrik berkapasitas 5 kg/jam mengacu pada kebutuhan mesin powder serat daun Nanas. Mesin ini menggunakan *Cutter Mill* yang sangat cocok untuk memotong bahan bersifat ulet dan berserat [4]. Untuk memenuhi syarat dimensi minimum potongan serat alam yang dihasilkan yaitu 3 mm – 5 mm. Potongan serat alam yang setelah melalui proses pengeringan akan dimasukkan ke dalam mesin powder guna mendapatkan serbuk serat alam dengan Mesh 120,170,dan 200 dan untuk mendapatkan serbuk dengan variasi Mesh dalam satu kali proses maka diperlukan modifikasi pada alat serbuk Nanas [5].

Modifikasi yang dilakukan untuk memisahkan serbuk Nanas Mesh 120,170,dan 200 adalah dengan menggunakan *Cyclone separator* dan *Vibration screen*. *Cyclone separator* menghasilkan efek *vortex* yang tidak membutuhkan filter dalam proses pemisahan partikulat dari aliran udara, gas, atau cairan. *Vibration screen* dengan *double screen* 170, dan 200 menjalankan fungsi pemisahan dengan metode pengayakan serbuk untuk menghasilkan 5,54 kg/jam untuk masing-masing nilai Mesh, dimana untuk serbuk Mesh 120 sudah langsung didapat dari hasil pemotongan. *Cyclone Separator* mempunyai Tabel Standar dan Dimensi *Cyclone* dapat dilihat pada gambar 1



	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Body Diameter, D/D	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Height of Inlet, H/D	0.5	0.44	0.5	0.5	0.75	0.8
Width of Inlet, W/D	0.2	0.21	0.25	0.25	0.375	0.35
Diameter of Gas Exit, D_g/D	0.5	0.4	0.5	0.5	0.75	0.75
Length of Vortex Finder, S/D	0.5	0.5	0.625	0.6	0.875	0.85
Length of Body, L_b/D	1.5	1.4	2.0	1.75	1.5	1.7
Length of Cone, L_c/D	2.5	2.5	2.0	2.0	2.5	2.0
Diameter of Dust Outlet, D_d/D	0.375	0.4	0.25	0.4	0.375	0.4

Gambar 1. Tabel Standar dan Dimensi Cyclone Separator. [6]

Pada penelitian ini membahas variabel perancangan *Cyclone Separator* dan *Vibration Screen* dari mesin *powder* serat daun nanas, untuk mendukung kinerja Mesin *Powder* serat daun nanas agar dapat memisahkan serbuk nanas dengan masing-masing ukuran Mesh 120,170, dan 200 dengan kapasitas mesin 5,54 kg/jam untuk masing-masing nilai Mesh.

2. Metodologi

Tahapan Perancangan diawali dengan memahami karakteristik Serat Daun Nanas , Selanjutnya melakukan perancangan *Cyclone Separator* dan *Vibration Screen*.

2.1 Karakteristik Serat Daun Nanas.

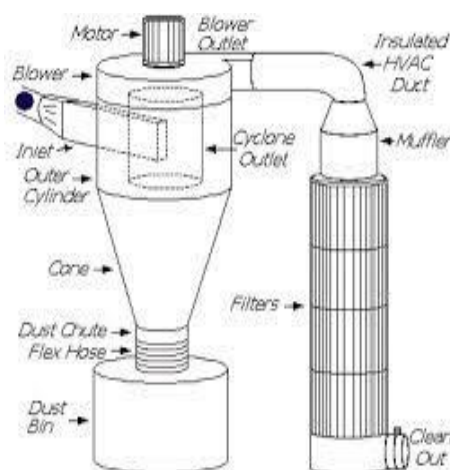
SDN digolongkan dalam jenis serat alam dimana syarat serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan penguat adalah yang memiliki karakteristik lebih ringan, mudah dipasang, tahan korosi, murah, mudah didapat, dan memiliki kekuatan yang menyerupai material logam. Karakteristik mekanik serat yang diuji yaitu kekuatan tarik dan mulur serat [7]. Serat alam yang memiliki kekuatan tarik, tekan serta dampak yang baik antara lain serat rami dan serat daun nanas [8]. Sifat mekanik Serat Daun Nanas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Mekanik Serat Daun Nanas. [9]

Fiber	Density (gr/cm ³)	Elongation (%)	Tensile Strength (Mpa)	Young Modulus (Gpa)
Daun Nanas	1,072	27-33	356-432	16,2 – 38,4

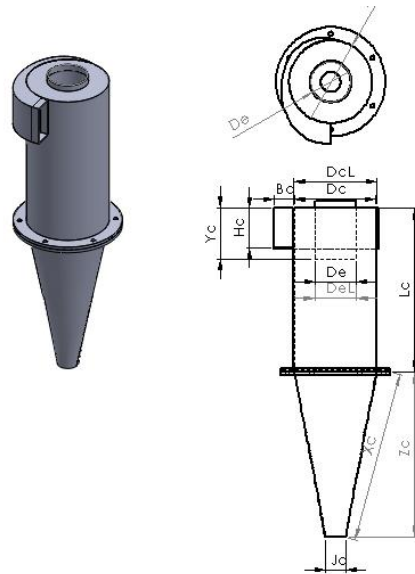
2.2 Perancangan Cyclone Separator.

Prinsip kerja *Cyclone Separator* partikel akan memasuki sisi masukan *Cyclone Separator* dengan bantuan *blower*, pada sisi dalam *body cyclone* dilengkapi dengan *Cone* yang berfungsi menciptakan vortex pada aliran partikel yang masuk, dimana partikel dengan kerapatan yang lebih kecil akan didorong menuju sisi keluaran *cyclone*. *Vortex Finder* mencegah hubungan langsung dari sisi masukan dengan sisi keluaran *Cyclone Separator* [10]. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bagian Cyclone Separator [11]

Tahapan perancangan diawali dengan menghitung variabel operasi dan dimensi Cyclone Separator yang meliputi Laju Aliran Volumetrik (Q), Diameter Dalam Cyclone Separator (DC), Tebal Cyclone Separator (t), Diameter Luar Cyclone Separator (DCL), Tinggi Cyclone Separator (Lc), Lebar Ujung Sisi Masukan Cyclone Separator (BCO), Tinggi sisi masukan Cyclone Separator (Hc), Lebar sisi masukan Cyclone Separator (Bc), Kecepatan setelah memasuki Cyclone Separator (V_{out}), Diameter Dalam Vortex Finder Cyclone Separator (De), Diameter Luar Vortex Finder Cyclone Separator (DeL), Tinggi Vortex Finder Cyclone Separator (Yc), Diameter Dalam Cone Cyclone Separator (DK), Diameter Luar Cone Cyclone Separator (DKL), Diameter Dalam sisi keluaran Cyclone Separator (JC), Diameter Luar sisi keluaran Cyclone Separator (JCL) dan Tinggi Cone Cyclone Separator (Xc), untuk lebih jelasnya hal ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Cyclone Separator.

Data awal perancangan *Cyclone Separator* meliputi Laju Aliran Massa ($\dot{m}$), Massa Jenis Udara (ρ_{udara}), Massa Jenis Serat (ρ_{serat}), Ukuran Mesh Serat Terkecil (Mesh200), dan Kecepatan Aliran Udara Masuk *Cyclone Separator* (V_{in}). Data awal Perancangan *Cyclone Separator* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Awal Perancangan *Cyclone Separator*.

Data Awal Perancangan Cyclone Separator			
Parameter Perancangan	simbol	Nilai	Satuan
Laju Aliran Massa	$\dot{m}$	0,15	kg/s
Massa Jenis Udara	ρ_{udara}	1,29	kg/m ³
Massa Jenis Serat	ρ_{serat}	2768 x 10 ³	kg/m ³
Ukuran Mesh Terkecil	Mesh 200	7,5 x 10 ⁻⁵	m
Kecepatan Udara Masuk (Perrys handbook 7th Edition)	V _{in}	15	m/s

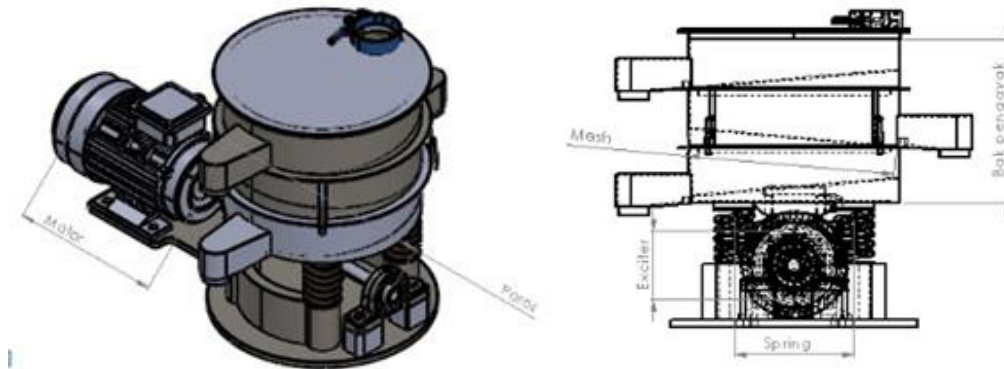
Untuk kebutuhan pasokan udara dari *Blower* sebanyak 7,134 m³/menit ke *Cyclone Separator* maka dibuatkan pipa penghubung *Stainless Steel* Ø2" dengan jenis *fitting* elbow 90°. Pipa penghubung *Cyclone* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pipa penghubung pada Cyclone

2.3 Perancangan *Vibration Screen*.

Serbuk Serat Nanas yang masuk *Vibration Screen* akan diayak dengan cara digetarkan sehingga serbuk akan mengalami pemisahan berdasarkan ukuran mesh dimana partikel yang mempunyai ukuran lebih kecil akan melewati mesh sedangkan partikel ukuran yang lebih besar dari mesh akan tertahan oleh filter pada permukaan kawat ayakan. filter berfungsi sebagai penyaring serbuk atau powder yang diinginkan [12]. Untuk kontruksi vibration screen dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. *Vibration Screen*.

2.3.1 Bak Pengayak *Vibration*.

Bak pengayak dipilih menggunakan material plat Stainless Steel SS340. Bak pengayak dirancang memiliki volume (V) 5,5 Liter, berbentuk silinder dengan diameter $\varnothing 300$ mm dengan ketebalan (t) 78,5 mm.

2.3.2 Poros

Poros berfungsi sebagai penerus putaran motor yang akan diubah menjadi Gerakan translasi oleh ayakan yang terdapat pada komponen *Vibration Screen*. Poros yang digunakan memiliki Panjang (L_p) 81 mm dan diinginkan mampu menahan beban seberat 163 N. Analisis terhadap poros dilakukan dengan perangkat lunak CAD untuk mengetahui pembebanan yang terjadi dan tingkat keamanan penggunaan poros pada komponen *Vibration Screen*.

2.3.3 Pegas

Pegas yang akan digunakan berjumlah empat (4) yang akan digunakan untuk menahan beban rencana 1 kg – 16,62 kg. Pegas berdiameter $\varnothing 50$ mm dengan diameter kawat $\varnothing 5$ mm dan jumlah lilitan 6 lilitan dengan jarak Panjang bebas ditetapkan 10,5 cm. analisis tingkat keamanan terhadap penggunaan pegas dilakukan dengan perangkat lunak CAD guna mengetahui pembebanan dan defleksi yang terjadi serta nilai safety factor yang akan menentukan pegas dapat digunakan atau tidak nya pada konstruksi *Vibration Screen*.

3. Hasil dan Pembahasan

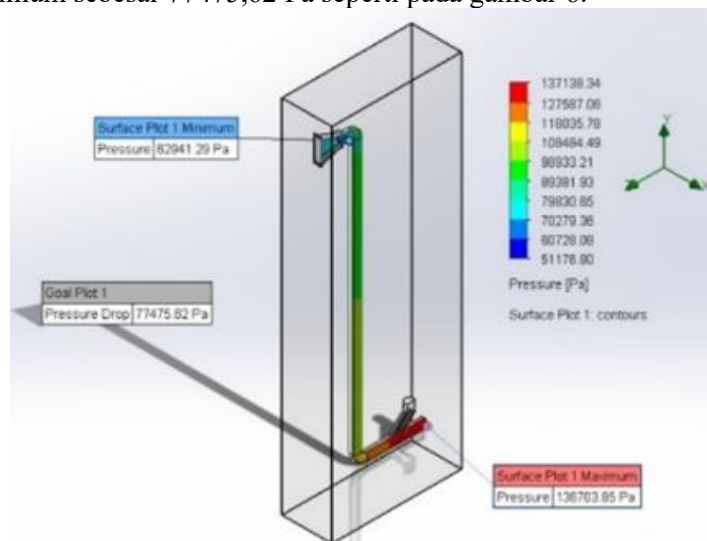
3.1. Hasil Perancangan Cyclone Separator.

Hasil perhitungan secara manual yang dilakukan untuk mendapatkan variabel operasi dan dimensi dari Cyclone Separator dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Variabel Operasi dan Dimensi Cylone Separator

Variabel Operasi dan Dimensi Cyclone Separator			
Parameter Perancangan	simbol	Nilai	Satuan
Laju Aliran Volumetrik	Q	0,12	m^3/s
Diameter Dalam Cyclone Separator	D_c	0,250	m
Tebal <i>Cyclone Separator</i> (Safety Factor =2 untuk pembebanan statis)	t	2	mm
Diameter Luar <i>Cyclone</i>	D_{CL}	0,250	m
Tinggi Silinder <i>Cyclone Separator</i>	L_c	0,50	m
Tinggi sisi masukan <i>Cyclone Separator</i>	H_c	0,130	m
Lebar sisi masukan <i>Cyclone Separator</i>	B_c	0,060	m
Lebar Ujung sisi masukan <i>Cyclone Separator</i>	BCO	0,040	m
Kecepatan setelah memasuki Cyclone Separator	V_{in}	21,5	m/s
Diameter Dalam Vortex Finder Cyclone Separator	D_e	0,125	m
Diameter Luar Vortex Finder Cyclone Separator	D_{eL}	0,127	m
Tinggi Vortex Finder Cyclone Separator	Y_c	0,156	m
Diameter Dalam Cone Cyclone Separator	D_K	0,251	m
Diameter Luar Cone Cyclone Separator	D_{KL}	0,253	m
Diameter Dalam sisi keluaran Cyclone Separator	J_C	0,063	m
Diameter Luar sisi keluaran Cyclone Separator	J_{CL}	0,065	m
Tinggi Cone Cyclone Separator	X_c	0,500	m

Setelah melakukan perhitungan dimensi cyclone separator maka dilakukan simulasi Pressure Drop untuk pipa yang mengarah ke cyclone dengan diameter 2inch dengan kecepatan masuk 58,125 m/s maksimum sebesar 77475,62 Pa seperti pada gambar 6.

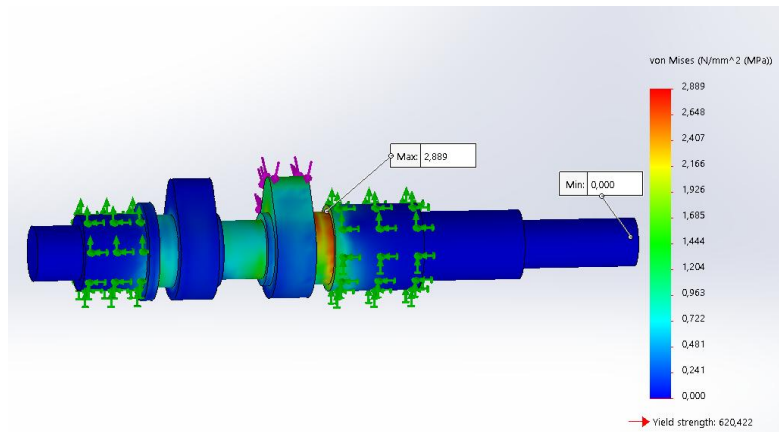
**Gambar 6.** Pressure drop pipa

3.2. Hasil Perancangan Vibration Screen.

Pada Analisis perancangan poros untuk hasil analisa dibagi menjadi dua komponen yaitu poros dan pegas yang terdapat pada vibration screen.

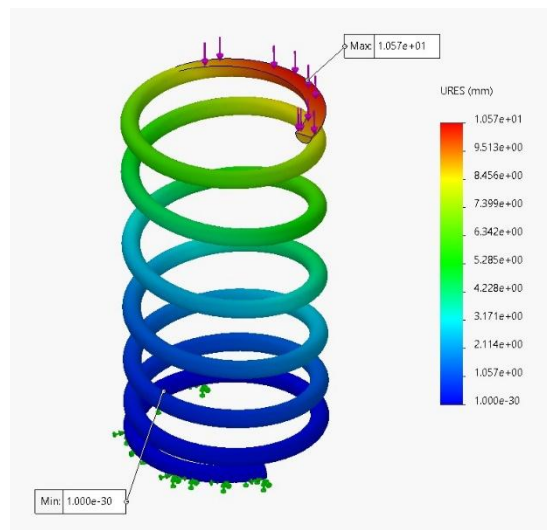
Analisis terhadap poros dengan menggunakan perangkat lunak CAD menunjukkan tegangan maksimum yang terjadi (σ_{maks}) sebesar 2,88 MPa, dengan defleksi maksimum (δ_{maks}) 0,00035 mm sedangkan untuk nilai factor of safety (FOS) minimum sebesar 100 sehingga

dapat dikatakan konstruksi poros terhadap pembebanan yang terjadi aman untuk di gunakan. Salah satu hasil simulasi tegangan maksimum dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tegangan Maksimum Poros (σ_{maks}).

Sedangkan untuk melakukan analisa menggunakan menggunakan perangkat lunak CAD terhadap pegas menunjukkan tegangan maksimum yang terjadi (σ_{maks}) sebesar 1,5 MPa, dengan defleksi maksimum (δ_{maks}) 10,57 mm dan hasil *Factor of Safety (FOS)* pegas didapatkan 1,45. Salah satu hasil simulasi yaitu defleksi pegas dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Defleksi Maksimum Pegas (δ_{maks}).

4. Kesimpulan

Perancangan modifikasi Mesin Powder Serat Daun Nanas Kapasitas 5,54 kg/jam dengan menambahkan komponen Cyclone Separator dan Vibration Screen guna memisahkan serbuk Mesh 120, 170 dan 200 dalam satu kali proses berhasil mendapatkan parameter perancangan operasi dan dimensi dari komponen *Cyclone Separator* dan *Vibration Screen*.

Perancangan pada alat cyclone separator dirancang 5,54 kg/jam dengan dimensi tinggi cyclinder atas dengan panjang 502 mm dengan diameter 251mm , untuk bagian bawah berbentuk kerucut memiliki panjang 502 mm dengan diameter keluaran 62,7mm, dan Preassure

drop pada pipa cyclone diameter 2 inch dengan kecepatan masuk 58,125m/s mendapatkan hasil maksimum = 77475,62 Pa

Analisis yang dilakukan terhadap poros dan pegas yang digunakan untuk menunjang kinerja *Vibration Screen* menunjukkan bahwa material aman digunakan dengan melihat nilai tegangan maksimum (σ_{maks}) masih di bawah nilai *yield strength* dan juga nilai *Factor of Safety (FOS)* masih di atas angka 1.

5. Daftar Pustaka

- [1] Anggraeni, N. D., Latief, A. E., Tawadha, R. L., & Radliya, R. R. (2020). Specimen Test Making of Polypropylene High Impact (PPHI) Polymer Composite Reinforced with Natural Fibres using Hand Lay-Up Methods. *FoITIC*, 53-58.
- [2] Latief, A. E., Darusman, L., Fahla, W. P., Zaidan, A. D., & Anggraeni, N. D. (2021). Perancangan Cetakan Injection Molding Hand Press Untuk Produk Slide Piece CVT Menggunakan FEM. *METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, 5(2), 105-113.
- [3] Firdaus, M. Y., & Latief, A. E. (2020). Pengujian Karakterisasi Material Komposit Berpenguat Serat Alam Fraksi Volume 10% Menggunakan Metode Injection Molding. in *Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*, 2020, pp. 13–22
- [4] Ernawan, F. R., Kramadibrata, A. M., & Widyasanti, A. (2019). Uji Kinerja Dan Analisis Energi Mesin Penepung Vertikal (Mill Dryer Vertical) Tipe Mdv-10 (Studi Kasus Techno Park Pangan Grobogan, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah). *Jurnal ilmiah mahasiswa agroinfo galuh*, 6(1), 243-258.
- [5] Latief, A. E., Ali, A., Zidane N., & Riski, G. R. (2024) Design Of Nature Fiber Powder Machine, *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol 15 no 1, 195-207.
- [6] Bashir, K. (2015). Design and fabrication of cyclone separator. *China University of Petroleum*.
- [7] Noerati, G., Ichwan, M., & Sumihartati, A. (2013). Teknologi Tekstil. *Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil*.
- [8] Anggraeni, N. D., Latief, A. E., Jhon Alfano, M. R., & Aprilianto, T. D. (2020). Analisis Bending pada Komposit PPHI (Polypropylene High Impact) Berpenguat Serat Nanas dengan Fraksi Volume 20% yang Dibuat Menggunakan Injection Molding. *Seminar Nasional-XIX Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*, 1-9
- [9] Pratiwi, S. (2015). Pengaruh Variasi Tebal Core dan Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Sandwich Polyester Berpenguat Serat Daun Nanas (Ananas) Dengan Core Styrofoam. *Tugas Akhir Program Studi Strata1 Teknik Universitas Jember*
- [10] Schnelle Jr, K. B., & Brown, C. A. (2016). *Air pollution control technology handbook*. CRC press.
- [11] Taiwo, M. I., Namadi, M. A., & Mokwa, B. (2016). Design and analysis of cyclone dust separator. *Am J Eng Res*, 5(4), 130-134.
- [12] Perancangan Rotary Screen Dengan Metode Qfd Dan Triz Untuk Optimasi Mesin Pengolah Sampah Di Tpa Gresik, Undergraduate thesis, Universitas Internasional Semen Indonesia