

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DINAMO LISTRIK MESIN PENCACAH KERTAS

ANALYSIS OF HEAT TRANSFER OF ELECTRIC DYNAMO PAPER SHREDDING MACHINE

¹Joko Suhendro, ²Sandra Mayang Dika Ridwan, ³Yazid Alfarizi, ⁴Adnan Naufal Hanif, ⁵Agil Kusmayandi

^{1,2,3,4,5}Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Serang Kota Serang
Jl. Raya Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183
email : mesinserang@unpam.ac.id

ABSTRAK

Kertas telah menjadi kebutuhan utama bagi manusia atau perusahaan dalam bidang pengarsipan dan penyampaian informasi serta pembuatan alat pembersih. Peningkatan permintaan kertas menjadi bagian dari peningkatan eksploitasi hutan dan pohon, karena bahan utama dalam pembuatan kertas adalah kayu. Dalam industri pencacahan kertas, dinamo listrik berperan penting dalam menggerakkan mesin, namun selama operasinya, dinamo ini mengalami peningkatan suhu yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis mekanisme perpindahan panas pada dinamo listrik mesin pencacah kertas, serta dampaknya terhadap kinerja dan keandalan mesin. Metodologi penelitian melibatkan pengukuran suhu dinamo pada berbagai kondisi beban dan durasi operasi, analisis aliran udara pendingin di sekitar dinamo, serta simulasi perpindahan panas menggunakan perangkat lunak analisis termal. Hasil analisis menunjukkan bahwa perpindahan panas dalam dinamo terjadi melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Konduksi panas dari inti dinamo ke casing dan komponen luar menunjukkan distribusi panas yang tidak merata, dengan titik panas tertinggi terletak di area dekat gulungan kawat. Konveksi alami dan paksa dari aliran udara pendingin di sekitar dinamo berperan penting dalam menghilangkan panas, tetapi aliran udara yang tidak optimal dapat menyebabkan akumulasi suhu di area tertentu. Temperatur akhir hasil simulasi virtual tersebut mendekati kondisi operasi aktual geothermal pada pulley yaitu sebesar 22°C. Hasil gambar simulasi stress dengan pembebanan 50 N menunjukkan bahwa stress maksimal yaitu 0.89817 N/mm² dan stress minimal yaitu 0,099796 N/mm² bahwasanya pada pembebanan 50 N masih dibawah nilai yield strength AISI 304 206.804 N/mm² sehingga rangkaudukan dinamo mesin pencacah kertas tersebut mampu menahan dinamo motor listrik pada saat motor listrik beroperasi

Kata kunci: dinamo, konduksi, konveksi, dan radiasi

ABSTRACT

Paper has become a primary necessity for humans or companies in the fields of archiving and conveying information as well as making cleaning tools. The increase in demand for paper is part of the increase in exploitation of forests and trees, because the main ingredient in making paper is wood. In the paper shredding industry, electric dynamos play an important role in driving machines, but during operation, these dynamos experience a significant increase in temperature. This research aims to analyze the heat transfer mechanism in the electric dynamo of a paper shredding machine, as well as its impact on machine performance and reliability. The research methodology involves measuring the temperature of the dynamo under various load conditions and duration of operation, analyzing the cooling air flow around the dynamo, as well as simulating heat transfer using thermal analysis software. The results of the analysis show that heat transfer in the dynamo occurs through conduction, convection and radiation. Heat conduction from the dynamo core to the casing and outer components shows uneven heat distribution, with the highest heat spots located in the area near the wire coils. Natural and forced convection of the cooling air flow around the dynamo plays an important role in removing heat, but non-optimal air flow can cause temperature accumulation in certain areas. The final temperature resulting from the virtual simulation is close to the actual geothermal operating conditions on the pulley, namely 22°C. The results of Figure stress simulation with a loading of 50 N show that the maximum stress is 0.89817 N/mm² and the minimum stress is 0.099796 N/mm², whereas at a loading of 50 N it is still below the AISI 304 yield strength value of 206,804 N/mm² so that the paper shredding machine dynamo frame is able to hold the electric motor dynamo when the electric motor is operating

Key words: dynamo, conduction, convection and radiation

I. PENDAHULUAN

Kertas telah menjadi kebutuhan utama bagi manusia atau perusahaan dalam bidang pengarsipan dan penyampaian informasi serta pembuatan alat pembersih. Peningkatan permintaan kertas menjadi bagian dari peningkatan eksploitasi hutan dan pohon, karena bahan utama dalam pembuatan kertas adalah kayu. Dengan demikian mencari bahan-bahan alternatif dalam pembuatan kertas dilakukan dan di teliti oleh berbagai pihak. Beberapa peneliti menemukan bahwa banyak jenis tanaman yang bisa digunakan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan kertas, yaitu seperti tebu, sampah kertas, batang pisang, enceng gondok, kulit jagung, tongkol jagung, jerami, tandan kosong kelapa sawit, kulit kacang, rumput gajah, serat aren, dan daun kirinyuh. Metode yang digunakan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakan cara kimia (chemical pulping) dengan menggunakan NaO. Berdasarkan hasil yang diperoleh sebagian besar jenis tanaman yang digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan kertas adalah dari jenis tanaman famili Poaceae dengan kertas yang dihasilkan adalah kertas seni (art paper), sedangkan yang dapat digunakan untuk kertas tulis adalah menggunakan tandan kosong kelapa sawit. Oleh karena itu berdasarkan hasil yang diperoleh jenis tanaman yang digunakan pada beberapa penelitian didapatkan bahwa jenis tanaman yang telah digunakan baik untuk menghasilkan kertas seni (Taraporevala et al., 2017)

Ketentuan UU No.18/2008 tentang Pengelolaan Sampah dinyatakan, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah adalah semua material yang dibuang dari kegiatan rumah tangga, perdagangan, industri, perkebunan, kegiatan adat dan kegiatan pertanian. Sampah adalah bagian dari sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang harus dibuang, yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan manusia. Sampah organik adalah sampah yang mudah diuraikan dan membusuk seperti sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya. Sampah ini dapat diolah lebih lanjut menjadi kompos. Sampah organik berasal dari makhluk hidup, manusia, hewan, maupun tumbuhan. Sampah organik berdasarkan pengolahan ada dua yaitu; dengan kandungan air tinggi dan kandungan air rendah. Sampah anorganik, yaitu sampah yang membutuhkan waktu lama membusuk, seperti plastik wadah pembungkus makanan, kertas mika, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng dan sebagainya. Sampah ini dapat dijadikan sampah komersil atau sampah yang laku dijual untuk dijadikan produk lainnya. Sistem pengolahan sampah yang efektif adalah sampah sudah dipilah dari rumah tangga minimal organik dan anorganik. Dilanjutkan dengan sistem pengangkutan dimana grobak pengangkut disekat, tempat pembuangan sementara dipisahkan, mobil truk angkut yang disekat dan Tempat

Pengolahan Akhir (TPA) dipisahkan, sehingga lebih mudah dalam pengolahan lebih lanjut. Karakteristik aliran sampah yang dikelola di wilayah SARBAGITA Bali, komposisinya adalah dalam prosentase berat 11,95 plastik dan 68,76 organik Masyarakat Indonesia adalah masyarakat majemuk, kurangnya kesadaran dalam memilah sampah dari rumah tangga, menjadi perlunya biaya tambahan untuk pemilahan. (Suryawan & Lokantara, 2017)

Rancangan tempat sampah sangat penting agar pengunjung di sana sadar untuk membuang sampah pada tempatnya dan juga membuat pekerjaan petugas sampah yang berkerja di sana menjadi lebih ringan. Salah satu rancangan tempat sampah dengan membuat sarana tempat sampah .Sistem yang di pakai untuk merancang sarana tempat sampah ini menggunakan sistem seperti pada mesin pencacah rumput yang nantinya sampah masuk kedalam box khusus sampah yang di dalamnya terdapat mesin pencacah yang di gerakan dengan listrik yang terhubung dengan dinamo untuk menjalankan mesin pencacah tersebut(Mahendra et al., 2019)

Mesin penghancur kertas dengan harapan dapat mengurangi jumlah polusi akibat pembakaran kertas dan menjaga kerahasiaan suatu dokumen penting. Kontruksi merupakan komponen utama yang sangat penting untuk menopang komponen komponen lain, Dalam perancangan kontruksi ada beberapa tahapan yang harus diperhitungkan sebelum melakukan perancangan, tahapan tersebut meliputi pemilihan material yang mempengaruhi kekuatan dari kontruksi, mengetahui nilai properties material dan memperhitungkan desain kontruksi yang akan digunakan. Pada perancangan kontruksi mesin pencacah kertas ini penulis akan mengembangkan dengan pemodelan desain menggunakan software autodesk inventor yang akan dilakukan analisa simulation dengan pemberian beban 8 kg.

II. METODE PENELITIAN

proses atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan besar persentase slip, menganalisa slip pada beban yang berbeda pada transmisi sabuk sehingga memperoleh data slip dari transmisi alat uji sabuk dan puli. Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

A. Tahap Persiapan

Langkah-langkah yang perlu dilakukan diantaranya sebagai berikut:

- a) Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada saat penelitian
- b) Pastikan bahwa peralatan dan perlengkapan alat uji semua berada dalam kondisi siap pakai

- c) Pastikan alat-alat pengujian seperti tachometer, thermometer, dan tool box seat bekerja dengan baik.
- d) Pengujian perpindahan panas pada dynamo motor alat pencacah kertas diantaranya, yaitu:
 - Menyiapkan motor listrik yang siap pakai
 - Menyiapkan bahan sabuk, puli, bantalan atau bearing, poros, pasak dan bjasiku berlubang
 - Merangkai system transmisi sabuk dan puli untuk perpindahan putaran dari motor listrik keporos penggerak.
 - Merakit sabuk, puli, motor listrik, poros dan bantalan atau bearing menjadi satu.

B. Teknik Pengambilan Data

Langkah-langkah yang digunakan untuk prosedur pengambilan data pengujian dan pengumpulan data antara lain metode observasi secara langsung, metode literature, dan secara pengujian langsung, berikut merupakan penjelasannya tertera dibawah ini :

a) Metode Observasi Secara Langsung

Dalam melaksanakan pembuatan dan penelitian tidak lepas dari faktor- faktor pengaman terhadap suatu benda yang dibuat dan diselidiki dalam pelaksanaannya memakai observasi langsung. Dalam pengumpulan data pengujian yang diperoleh dengan cara mengadakan observasi langsung. Mulai dari proses pembuatan sampai pengujian benda kerja.

b) Metode Literratur

Metode pengambilan data dengan cara membaca dan mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan masalah yang dibahas serta mengumpulkan beberapa artikel atau jurnal dari internet.

c) Cara Pengujian

Perlunya mempersiapkan peralatan yang digunakan ataupun langkah- langkah pengambilan data, yaitu sebagai berikut:

1. Mempersiapkan pengujian pada motor listrik
2. Menyiapkan beban yang akan digunakan secara berurut
3. Meyiapkan (Tachometer stopwatch, motor penggerak ¼ HP, stop kontak on off dan arus PLN)
4. Melakukan analisa putaran setiap beban yang diberikan dan putaran mesin 1200, 1400, dan juga 1600 rpm

5. Di uji dengan menggunakan software Ansys dalam aliran panas dinamo

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Perhitungan Daya Motor Listrik

Kali ini rumusan untuk menghitung, perpindahan panas motor listrik merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu. Dalam analisis perpindahan panas motor listrik mesin pencacah kertas, oleh sebab itu ada perhitungan teoritis lainnya diantaranya, Perhitungan Motor Listrik Kecepatan 1200 Rpm, Perhitungan Sebuah motor listrik pada mesin pencacah kertas memiliki kecepatan medan stator sebesar 1200 RPM. Persentase slip antara kecepatan medan stator dan kecepatan rotor adalah 5 %. Dengan hasil 1140 rpm Yaitu memiliki perhitungan berikut.

$$\begin{aligned}n_s &= 1200 & \text{Slip} &= 5 \% = 0,05 \\n_r &= n_s \times (1 - \% \text{ Slip}) = 1200 \times (1 - 5 \%) = 1200 \times (1 - 0,05) = 1200 \times \\ &0,95 = 1140 \text{ RPM}\end{aligned}$$

Sedangkan pada Rumus menghitung daya motor jika diketahui torsi (T) dan kecepatan motor berikut

$$P = (T \times n_s) / 5252 \text{ (satuan HP)}$$

5252 = Nilai konstanta (ketetapan) untuk daya motor dalam satu HP

$$P = (T \times n_s) / 5252$$

Pada Variasi Perhitungan suatu motor listrik mesin pencacah kertas memiliki tenaga atau torsi sebesar 200 Nm. Motor listrik yang digunakan pada mesin pencacah kertas yaitu tersebut memiliki kecepatan sinkron sebesar 1500 RPM. Maka daya motor listrik sebesar 45,70 HP yaitu memiliki perhitungan berikut.

$$\begin{aligned}T &= 200 \text{ Nm} & N_s &= 1200 \text{ RPM} \\ P &= (T \times n_s) / 5252 = (200 \times 1200) / 5252 = 240000 / 5252 = 45,70 \text{ HP}\end{aligned}$$

jika ingin diubah ke satuan watt maka nilai daya satuan HP tersebut dikalikan 745,7 (catatan : 1 HP = 745,7 Watt) Sehingga

$$P = 45,70 \times 745,7 = 34078,48 \text{ watt atau } 34,08 \text{ kW (kilo watt)}$$

B. Perhitungan Motor Listrik Kecepatan 1400 Rpm

Perhitungan Sebuah motor listrik pada mesin pencacah kertas memiliki kecepatan medan stator sebesar 1400 RPM. Persentase slip antara kecepatan medan stator dan kecepatan rotor adalah 5 %. Dengan hasil 1330 rpm Yaitu memiliki perhitungan berikut.

$$n_s = 1400 \quad \text{Slip} = 5 \% = 0,05$$

$$n_r = n_s \times (1 - \% \text{ Slip}) = 1400 \times (1 - 5 \%) = 1400 \times (1 - 0,05) = 1400 \times 0,95 = 1330 \text{ RPM}$$

Sedangkan pada Rumus menghitung daya motor jika diketahui torsi (T) dan kecepatan motor berikut

$$P = (T \times n_s) / 5252 \text{ (satuan HP)}$$

5252 = Nilai konstanta (ketetapan) untuk daya motor dalam satu HP

$$P = (T \times n_s) / 5252$$

Pada Variasi Perhitungan suatu motor listrik mesin pencacah kertas memiliki tenaga atau torsi sebesar 200 Nm. Motor listrik yang digunakan pada mesin pencacah kertas yaitu tersebut memiliki kecepatan sinkron sebesar 1400 RPM. Maka daya motor listrik sebesar 53,31 HP yaitu memiliki perhitungan berikut.

$$T = 200 \text{ Nm} \quad N_s = 1400 \text{ RPM}$$

$$P = (T \times n_s) / 5252 = (200 \times 1400) / 5252 = 280000 / 5252 = 53,31 \text{ HP}$$

Jika ingin diubah ke satuan watt maka nilai daya satuan HP tersebut dikalikan 745,7 (catatan : 1 HP = 745,7 Watt) Sehingga

$$P = 53,31 \times 745,7 = 39753,27 \text{ watt atau } 39,76 \text{ kW (kilo watt)}$$

C. Perhitungan Motor Listrik Kecepatan 1600 Rpm

Perhitungan Sebuah motor listrik pada mesin pencacah kertas memiliki kecepatan medan stator sebesar 1600 RPM. Persentase slip antara kecepatan medan stator dan kecepatan rotor adalah 5 %. Dengan hasil 1520 rpm Yaitu memiliki perhitungan berikut.

$$n_s = 1600 \quad \text{Slip} = 5 \% = 0,05$$

$$n_r = n_s \times (1 - \% \text{ Slip}) = 1600 \times (1 - 5 \%) = 1600 \times (1 - 0,05) = 1600 \times 0,95 = 1520 \text{ RPM}$$

Sedangkan pada Rumus menghitung daya motor jika diketahui torsi (T) dan kecepatan motor berikut

$$P = (T \times n_s) / 5252 \text{ (satuan HP)}$$

5252 = Nilai konstanta (ketetapan) untuk daya motor dalam satu HP

$$P = (T \times n_s) / 5252$$

Pada Variasi Perhitungan suatu motor listrik mesin pencacah kertas memiliki tenaga atau torsi sebesar 200 Nm. Motor listrik yang digunakan pada mesin pencacah

ketas yaitu tersebut memiliki kecepatan sinkron sebesar 1600 RPM. Maka daya motor listrik sebesar 60,93 HP yaitu memiliki perhitungan berikut.

$$T = 200 \text{ Nm} \quad N_s = 1600 \text{ RPM}$$

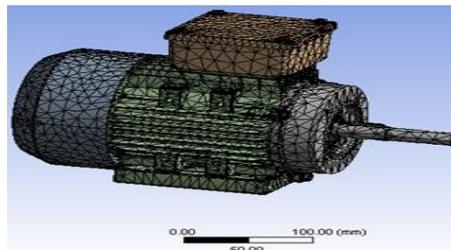
$$P = (T \times n_s) / 5252 = (200 \times 1600) / 5252 = 320000 / 5252 = 60,93 \text{ HP}$$

Jika ingin diubah ke satuan watt maka nilai daya satuan HP tersebut dikalikan 745,7 Sehingga

$$P = 60,93 \times 745,7 = 45435,5 \text{ watt atau } 45,44 \text{ kW (kilo watt)}$$

D. Analisa Dinamo Mesin Pencacah Kertas

Analisa Steady-State Thermal Convection Simulasi perpindahan panas konveksi umumnya sangat tergantung terhadap mekanisme konveksi apakah bersifat alami atau akibat adanya driving force dari luar. Pada perpindahan panas konveksi bersifat alami perpindahan panas terjadi dikarenakan adanya perbedaan specific gravity antara fluida yang panas dengan air. Sementara dalam artikel ini menggunakan forced convection yaitu fluida panas (steam) bertekanan dialirkan mengelilingi permukaan blade seperti pada koefisien forced convection sangat bergantung pada jenis medium seperti udara, uap, air, oli yang mengelilingi solid body. Pada simulasi ini dimodelkan temperature surface sebesar (T_{surface}) sebesar 60°C , Temperatur ambient 22°C dan koefisien film (h) sebesar $0,0025 \text{ W/mm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Berikut persamaan yang digunakan dalam menentukan convective. Berikut gambar 1 dibawah ini:

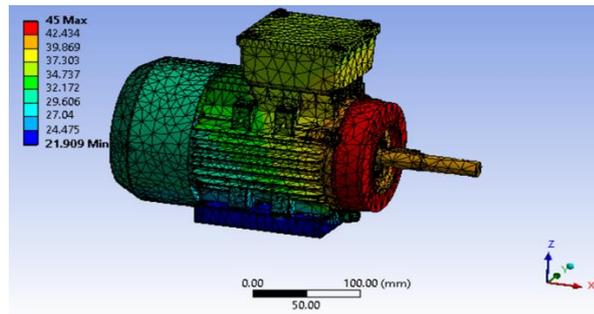


Gambar 1. Convection Dinamo
(Sumber: Dokumen Pribadi 2024)

E. Analisa Steady-State Thermal Temperatur

Temperatur kesetimbangan merupakan suatu kondisi dimana temperature system sama dengan temperature lingkungan. Temperatur akhir hasil simulasi virtual tersebut mendekati kondisi operasi aktual turbin uap geothermal yaitu sebesar 22°C . Analisa Static Structural Pada simulasi static structural dengan menggunakan beban thermal dari modul Steady State Thermal Analysis dan beban pressure dari uap pada sisi inlet permukaan blade. Equivalent von-Mises stress digunakan untuk memperkirakan kriteria kegagalan luluh pada materil yang ulet serta banyak juga

digunakan dalam perhitungan kekuatan fatik. Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa tegangan maksimum (equivalent stress) yang diterima blade stage 1 adalah 34.374 Mpa. Berikut gambar 2 Temperatur Dinamo dibawah ini:

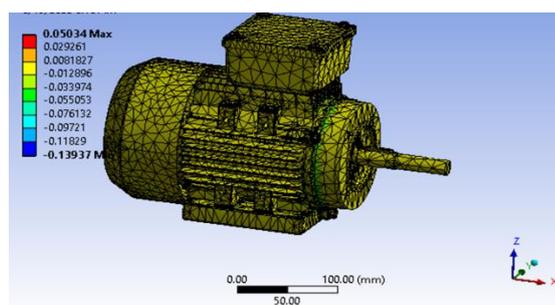


Gambar 2. Temperatur Dinamo
(Sumber: Dokumen Pribadi 2024)

Temperatur kesetimbangan merupakan suatu kondisi dimana temperature system sama dengan temperature lingkungan. Temperatur akhir hasil simulasi virtual tersebut mendekati kondisi operasi aktual geothermal pada pulley yaitu sebesar 22°C. Hasil gambar 4.1 simulasi strees dengan pembebanan 50 N menunjukkan bahwa strees maksimal yaitu 0.89817 N/mm² dan strees minimal yaitu 0,099796 N/mm² bahwasanya pada pembebanan 50 N masih dibawah nilai yield strength AISI 304 206.804 N/mm² sehingga rangka dudukan dinamo mesin pencacah kertas tersebut mampu menahan dinamo motor listrik pada saat motor listrik beroperasi

F. Analisa Steady-State Thermal Directional Heat Flux

Heat flux juga dapat digambarkan sebagai vector dan dapat diplotkan menggunakan panah (Gambr 3) Heat flux bersifat tangential terhadap permukaan luar dari solid body (material blade), hal ini mengindikasikan bahwa arah aliran panas akan menuju permukaan temperature yang lebih rendah, sesuai dengan Gambar 3. Heat flux dibawah ini:

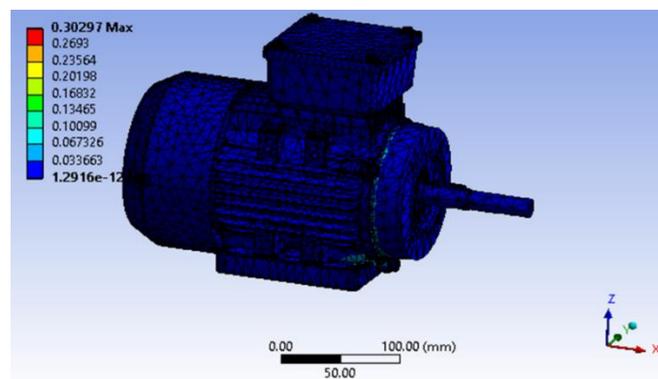


Gambar 3. Directional Heat Flux Dinamo
(Sumber: Dokumen Pribadi 2024)

Hasil gambar 3. simulasi *equivalent elastic strain* dengan pembebanan 50 N menunjukkan bahwa *equivalent elastic strain* maksimal yaitu $4.6954 \times 10^{-6} \text{ N/mm}^2$ dan stress minimal yaitu $1.139 \times 10^{-14} \text{ N/mm}^2$, bahwasanya pada pembebanan 50 N masih dibawah nilai yield strength AISI 304 206.804 N/mm^2 sehingga rangka duduka dinamo mesin pencacah kertas tersebut mampu menahan dinamo motor listrik pada saat motor listrik beroperasi.

G. Analisa Steady-State Thermal Total Heat Flux

Pada Gambar 4 dapat dilihat besar heat flux pada arah sumbu X, dimana directional heat flux tertinggi sebesar $0,35844 \text{ W/mm}^2$ dan directional heat flux terendah sebesar -0.51163 W/mm^2 . Sementara untuk total heat flux tertinggi sebesar $0,95737 \text{ W/mm}^2$ dan terendah sebesar $0,288149515 \text{ W/mm}^2$. Gambar 4 menunjukkan profil distribusi temperature permukaan blade untuk kondisi steady state, sehingga temperature tertinggi terjadi pada permukaan sisi inlet dari blade stage 1 yaitu sebesar 50°C , kemudian mencapai kondisi kesetimbangan pada temperatur 22°C . Berikut gambar 4 total heat flux dibawah ini:



Gambar 4 Total Heat Flux Dinamo
(Sumber: Dokumen Pribadi 2024)

Hasil gambar 4. simulasi *total deformation* dengan pembebanan 50 N menunjukkan bahwa *total deformation* maksimal yaitu 0.30297 N/mm^2 dan stress minimal yaitu $0,00022918 \text{ N/mm}^2$, bahwasanya pada pembebanan 50 N masih dibawah nilai yield strength AISI 304 206.804 N/mm^2 sehingga rangka dudukan dinamo mesin pencacah kertas tersebut mampu menahan dinamo motor listrik pada saat motor listrik beroperasi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan, serta pembuatan Mesin Pencacah Kertas untuk mencacah limbah kertas dengan transmisi v-belt dan pulley, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada analisa temperatur pada transmisi dimana difokuskan pada bagian pulley yang terkena gaya gesek pans paling tinggi sebesar 50°C, dari analisa numerik dengan menggunakan metode elemen hingga didapatkan Temperatur Maksimum sebesar 50.002°C dan pada perhitungan kecepatan teoritis didapatkan 553,37 rpm, sehingga pembebanan statis yang terjadi pada rangka dinyatakan aman karena tegangan maksimum tidak melebihi tegangan ijin.
2. Hasil rancangan dan perhitungan menunjukkan bahwa mesin pencacah kertas untuk mencacah limbah kertas yang meliputi v-belt, pulley, pasak, motor listrik komponen pendukung lainnya, serta analisa panas pada sistem transmisi sesuai perencanaan dan analisa perhitungan.
3. Alat yang dibuat sesuai perencanaan dan mampu beroperasi dengan baik, meskipun ada sedikit kendala.

B. SARAN

Dari hasil analisa dan perhitungan serta pembuatan alat, output yang dihasilkan yaitu berupa alat sudah cukup baik meskipun ada beberapa ketidak sesuaian yang meliputi proses manufaktur. Untuk kedepannya harus lebih diperhatikan lagi proses manufaktur maupun perhitungan dan perencanaannya sehingga didapatkan hasil alat yang lebih maksimal. Diharapkan pada penelitian kedepannya dapat memberikan inovasi dan motivasi yang lebih baik lagi dibandingkan alat yang sudah ada sekarang, sehingga mampu memenuhi segala kekurangan dan keterbatasan yang ada terutama dalam proses produksi alat pencacah kertas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang kampus Serang, rekan-rekan dosen dan mahasiswa yang telah membantu dan serta Tim peneliti dari Teknik Mesin dan Semua Pihak yang sudah berperan aktif dan sudah berkontribusi dan mendukung baik secara moral ataupun material

DAFTAR PUSTAKA

- Antu, E. S., & Djmalu, Y. (2019). Desain Mesin Pencacah Sampah Organik Rumah Tangga Untuk Pembuatan Pupuk Kompos. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 3(2), 57. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v3i2.247>
- Dahlan. (2015). Rancang Bangun Mesin Pengolah Limbah Kain dan Kertas(Dahlan dkk.). *Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang*, 18–23.
- Fatih, I. (2013). Definisi dan Pengertian Analisis Menurut. In *Definisi dan Pengertian*

Analisis Menurut Para Ahli (Issue desember).

- Fitria. (2018). Kapasitas Penukar Panas Dipengaruhi Oleh Laju Aliran Fluida Masuk Yang Akan Melewati Penukar Panas Dalam Keadaan Konveksi Bebas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Fuazen, F., Elandi, E., & Gunarto, G. (2019). Analisa Efisiensi Kalor Pada Alat Penetas Telur. *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 10(2). <https://doi.org/10.29406/stek.v10i1.1541>
- Hanafie, A., Fadhli, F., & Syahrudin, I. (2016). Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Pakan Ternak. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 11(01), 1484–1487. <https://doi.org/10.47398/iltek.v11i01.403>
- Hisyam, A. (2016). *Analisis Perpindahan Panas Pada Oven Electric Heaters Oven for Drying*. 2.
- Iswanda, M. (2021). *Analisis Perpindahan Panas Pada Dinding Ruang Bakar Ketel Uap Dengan Kapasitas 45 Ton / Jam Skripsi Disusun Oleh : Fakultas Teknik Universitas Medan Area Analisis Perpindahan Panas Pada Dinding Ruang Bakar Ketel Uap Dengan Kapasitas 45 Ton / Jam Skr.*
- Lhokseumawe, P. N., Pengantar, K., Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., & Andespa, R. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Logho, A. A., & Hasan, I. K. (2018). *Rancang Bangun Alat Penimbang Buah Otomatis Berbasis PLC*. July, 1–23.
- Mahendra, M. D., Buyung, E., & Yunidar, D. (2019). *Perancangan Sarana Pencacah Daun Kering Di Taman Balai Kota Bandung Berdasarkan Aspek Sistem Designing Facillities For Dry Leaf In Town Hall Bandung City Based On System Aspect Prodi Desain Industri , Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom Bandung*. 6(2), 3100–3109.
- Suryawan, I. G. P. ., & Lokantara, I. . (2017). Pengembangan Potensi Masyarakat Dengan Penerapan Teknologi Mesin Pencacah Sampah Organik Dalam Pembuatan Kompos. *Universitas Udayana*, 16(3), 356–362.