

Pengaruh Head Losses Mayor Dan Minor Pada Sistem Instalasi Turbin Pelton Skala Mikro

Fadhly Mujahid

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

mujahidfadhly@gmail.com

Abstrak

Beberapa faktor yang mempengaruhi head losses, yaitu: viskositas fluida, bilangan Reynold, Densitas, kecepatan fluida, jenis aliran, kekasaran material pipa, nilai faktor gesekan pipa, dan fitting dan katup. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis head losses mayor dan minor pada sistem instalasi turbin pelton skala mikro. Pada instalasi turbin pelton ini jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dan beberapa fittingnya antara lain Elbow 90°, Sambungan T (Tee), Air Soket Drat Dalam Mur, Soket Drat Luar. Langkah-langkah penelitian pada instalasi turbin pelton dimulai dari set up alat uji, pengumpulan data, setelah data diperoleh barulah tahap selanjutnya menganalisis data dan menghitung apakah ada pengaruh berbagai fitting dan menyalakan debit yang keluar. Kerugian head terkecil terjadi pada pemasangan nozel 1 dan 2 dan yang terbesar adalah pemasangan nozel 3. Dan itu adalah berbanding lurus dengan jumlah debit air yang masuk ke turbin Pelton instalasi.

Kata Kunci : Head Loss, Head, Debit, Kecepatan.

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan dan kemajuandunia industriturbin pelton, masih banyak masalah yang belum terselesaikan tentang head losses padasistem instalasinya. Semakin banyak head losses yang terjadi maka akan mempengaruhi energi yang dibutuhkan untuk memindahkan fluida dari satu tempat ketempat yang lain. Hal ini akan sangat merugikan karena akan menambah biaya operasional.

Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan jenis turbin impuls yang dipakai head yang besar.Terdiri dari satu set runner yang berisi sudu dipasang secara sejajar pada disk.(Saputra, Jasa, dan Wijaya 2020). Turbin pelton dapat dilihat seperti gambar 1.



Gambar 1 Turbin Pelton (Abdullah 2019)

Turbin ini diputar oleh pancaran air yang disemprotkan dari satu atau lebih nozel. Aliran fluida dalam pipa yang dihasilkan dari head akan keluar dengan kecepatan tinggi melalui nozel. Bentuk sudu turbin terdiri dari dua bagian yang simetris. Tekanan air diubah menjadi kecepatan, pancaran air akan mengenai bagian tengah-tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga bisa membalikkan pancaran air dengan baik . Prinsip kerja turbin Pelton ini yaitu merubah gaya potensial air menjadi gaya mekanis yang terjadi akibat reaksi impuls pada runner turbin yang (Saputra, Jasa, dan Wijaya 2020)

Keuntungan turbin pelton :

- Daya yang dihasilkan besar.
- Konstruksi yang sederhana.
- Mudah dalam perawatan.
- Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.

Sedangkan Kerugian turbin pelton Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya reservoir air atau bendungan air, sehingga memerlukan investasi yang lebih banyak.

Bilangan Reynold

Di dalam proses pengaliran di dalam pipa terdapat kerugian pada tekanan pompa tersebut yang sering disebut head losses. Jenis aliran pada pipa tersebut merupakan jenis turbulen, karena nilai bilangan Reynold.Terdapat bebrapa aliran fliuda dalam pipa yaitu aliran mantap dan aliran pada pipa lurus.Pada aliran pipa lurus diklarifikasikan menjadi aliran laminar dan turbulen. Untuk menentukan apakan suatu aliran itu laminar atau turbulen dapat dipakai bilangan Reynold (Siregar dan Irfansyah 2018).

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Persamaan Bernoulli

Hukum Bernoulli menjelaskan tentang konsep dasar aliran fluida (zat cair dan gas) bahwa peningkatan kecepatan pada suatu aliran zat cair atau gas, akan mengakibatkan penurunan tekanan pada zat cair atau gas tersebut. Artinya, akan terdapat penurunan energi potensial pada aliran fluida tersebut. Konsep dasar ini berlaku pada fluida aliran termampatkan (compressible flow), juga pada fluida dengan aliran tak-termampatkan (incompressible-flow). Hukum Bernoulli sebetulnya dapat dikatakan sebagai bentuk khusus dari konsep dalam mekanika fluida secara umum, yang dikenal dalam persamaan Bernoulli. Secara matematis persamaan bernoulli adalah sebagai berikut.

$$\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma_2} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H$$

Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas menyatakan hubungan antara kecepatan fluida yang masuk pada suatu pipa terhadap kecepatan fluida yang keluar. Hubungan tersebut dinyatakan dengan:

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

Head Losses

Adanya kekentalan pada fluida akan menyebabkan terjadinya tegangan geser pada waktu bergerak. Tegangan geser ini akan merubah sebagian energi aliran menjadi bentuk energi lain seperti panas, suara dan sebagainya. Perubahan bentuk energi tersebut menyebabkan terjadinya kehilangan energi. Secara umum head loss dibagi menjadi dua macam, yaitu :Head loss mayor , terjadi akibat adanya ke kentalan zat cair dan turbulensi karena adanya kekasaran dinding batas pipa dan akan menimbulkan gaya gesek yang akan menyebabkan kehilangan energi di sepanjang pipa dengan diameter konstan pada aliran seragam. Kehilangan energi sepanjang satu satuan panjang akan konstan selama kekasaran dan diameter tidak berubah.

Head loss minor, kehilangan energi akibat perubahan penampang dan aksesoris lainnya.Misalnya terjadi pada perubahan arah seperti pembelokan (elbow), bengkokan (bends), pembesaran tampang (expansion), serta pengecilan penampang (contraction). Kehilangan energi sekunder atau head loss minor ini akan mengakibatkan adanya tumbukan antara partikel zat cair dan meningkatnya gesekan karena turbulensi serta tidak seragamnya distribusi kecepatan pada suatu penampang pipa. Adanya lapisan batas terpisah dari dinding pipa maka akan terjadi olakan atau pusaran air. Adanya olakan ini akan mengganggu pola aliran laminar sehingga akan menaikkan tingkat turbulensi.(Waspodo 2017).

Head Losses Mayor

Head Losses Major, yaitu rugi- rugi energiyang diakibatkan dari gesekan fluida terhadap kekasaran permukaan bahan pipanya.

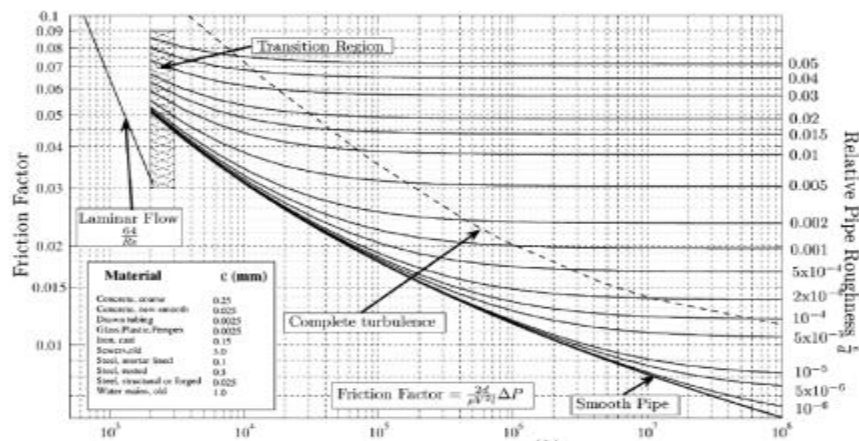
Persamaan Darcy-Weisbach

Headloss mayor dikaitkan dengan kehilangan energi di sepanjang pipa karena efek gesekan, yang tergantung pada viskositas cairan, kekasaran dinding, diameter internal pipa, panjang pipa, dan kecepatan aliran. Meskipun banyak persamaan tersedia untuk menentukan kerugian gesekan di sepanjang lateral,

persamaan Darcy-Weisbach tampaknya menjadi yang paling diterima untuk pipa polietilena berdiameter kecil. Pengenalan faktor gesekan Blasius ke dalam persamaan Darcy-Weisbach memberikan perkiraan akurat tentang kerugian gesekan yang dihasilkan oleh aliran turbulen di dalam pipa seragam dengan kekasaran dinding rendah dan ketika angka Reynolds (R) berada dalam kisaran 3.000-105 (Lubis dan Siregar 2021).

$$H_{L\text{Mayor}} = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

Untuk menghitung kerugian gesek pada pipa pada aliran turbulen terdapat berbagai rumus empiris. Untuk mencari koefisien gesek pipa (f) dapat menggunakan diagram Moody (Muliawan dan Yani 2018) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Moody

Untuk mengetahui kekasaran relative pipa dapat dicari dengan menggunakan Pers.

$$\text{Kekerasan Relative} = \frac{\epsilon}{d}$$

Head Losses Minor

Head Losses Minor, yaitu rugi-rugi energi yang diakibatkan karena terdapat belokan-belokan atau sambungan-sambungan pada sistem perpipaannya. (Muhamad and Syuriadi 2016). Untuk mengetahui head losses minor menggunakan persamaan dibawah ini :

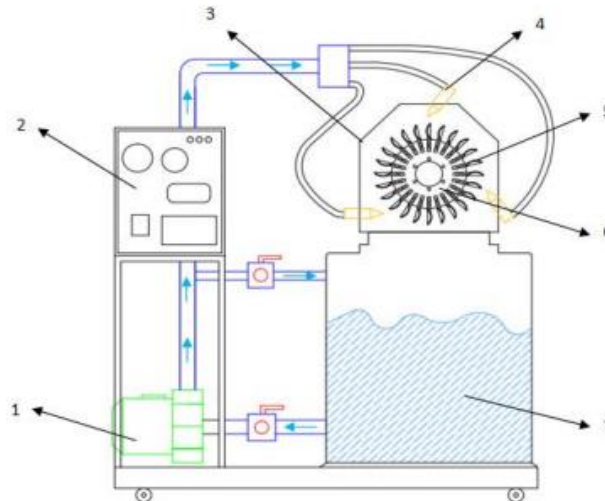
$$H_{L\text{Minor}} = K \frac{V^2}{2g}$$

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Tempat pelaksanaan pembuatan dilakukan di PT. ME BDG, Perumahan Permata Cimahi, Blok T2 No.19 RT 4 RW 6 Jalan Giok 2 Tani Mulya Ngamprah Bandung Barat dan untuk penelitian turbin pelton di laboratorium material program studi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Waktu

pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal usulan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pada penelitian ini head losses yang dicari adalah head losses yang terjadi pada instalasi turbin pelton. Turbin pelton yang digunakan seperti Gambar dibawah



Gambar 3 instalasi turbin pelton

Adapun prosedur pengujian dalam penelitian ini adalah :

1. Memastikan semua kondisi alat dalam keadaan baik.
2. Menyalakan pompa untuk mengalirkan fluida.
3. Mengatur frekuensi pompa menjadi 25 Hz.
4. Menekan tombol run pada panel
5. Mencatat data pengujian yang ditampilkan monitor yaitu: frekuensi, debit, suction, discharge.
6. Mengulangi langkah nomor 3 sampai 5 dengan variasi frekuensi pompa 35 Hz dan 50 Hz
7. Setelah selesai matikan pompa
8. Selesai

3. HASIL

Setelah melakukan perhitungan dan analisa data maka diperoleh hasil seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 1 Hasil Analisa Data

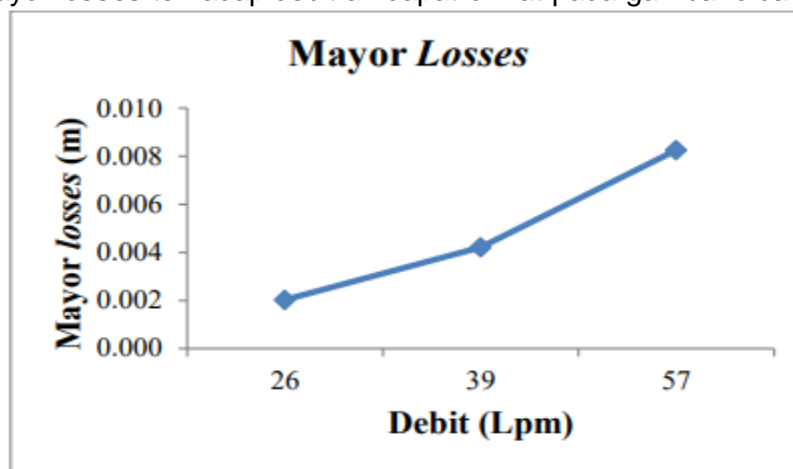
No	Debit (Lpm)	Instalasi	Mayor Losses	Minor Losses	Losses Total
1	26	Selang nozel 1	0,002	0,005	0,007
	26	Selang nozel 2		0,005	0,007
	26	Selang nozel 3		0,005	0,007
2	39	Selang nozel 1	0,004	0,011	0,015
	39	Selang nozel 2		0,011	0,015
	39	Selang		0,012	0,016

	57	nozlel 3 Selang nozlel 1		0,024	0,032
3	57	Selang nozlel 2	0,008	0,024	0,032
	57	Selang nozlel 3		0,025	0,033

4. PEMBAHASAN

Mayor Losses

Grafik mayor losses terhadap debit air dapat dilihat pada gambar dibawah ini

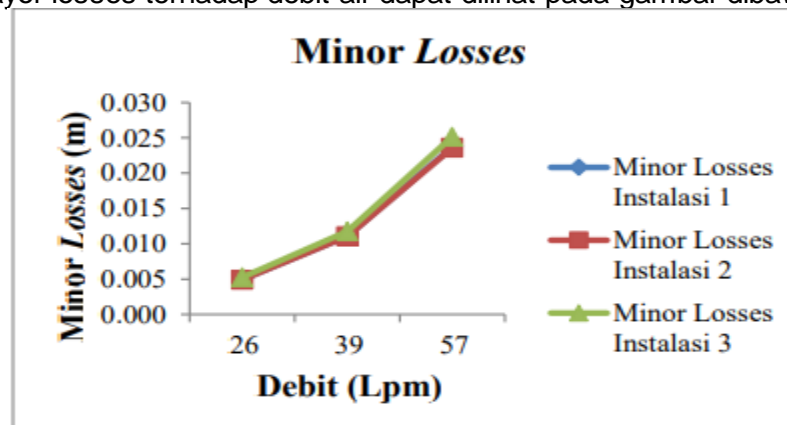


Gambar 4 Grafik hubungan mayor losses terhadap debit air

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa peningkatan debit air yang diberikan akan menyebabkan mayor losses meningkat. Mayor losses terbesar terjadi pada debit 57 lpm yaitu sebesar 0,008 m. Sedangkan Mayor losses yang terjadi pada debit 39 lpm yaitu sebesar 0,004 m. Untuk Mayor losses terkecil terjadi pada debit 26 lpm yaitu sebesar 0,002 m.

Minor Losses

Grafik mayor losses terhadap debit air dapat dilihat pada gambar dibawah ini

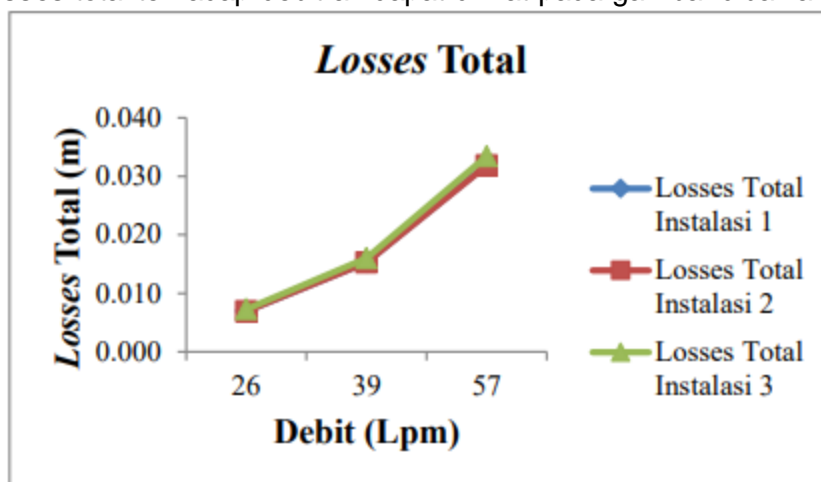


Gambar 5 Grafik hubungan minor losses terhadap debit air

Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat bahwa peningkatan debit air yang diberikan akan menyebabkan minor losses meningkat. minor losses yang terjadi pada debit 26 Lpm sama besarnya ditiap-tiap instalasi selang nozel yaitu 0,005 m. Pada debit 39 Lpm minor losses terbesar terjadi pada instalasi selang nozel 3 yaitu 0,012 m sedangkan yang terkecil terjadi pada instalasi selang nozel 1 dan 2 yaitu 0,011 m. Pada debit 57 Lpm minor losses terbesar terjadi pada instalasi selang nozel 3 yaitu 0,025 m sedangkan yang terkecil terjadi pada instalasi selang nozel 1 dan 2 yaitu 0,024 m.

Losses Total

Grafik losses total terhadap debit air dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 6 Grafik hubungan losses total terhadap debit air

Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat bahwa peningkatan debit air yang diberikan akan menyebabkan losses total meningkat. Losses total yang terjadi pada debit 26 Lpm sama besarnya ditiap-tiap instalasi selang nozel yaitu 0,007 m. Pada debit 39 Lpm losses total terbesar terjadi pada instalasi selang nozel 3 yaitu 0,016 m sedangkan yang terkecil terjadi pada instalasi selang nozel 1 dan 2 yaitu 0,015 m. Pada debit 57 Lpm losses total terbesar terjadi pada instalasi selang nozel 3 yaitu 0,033 m sedangkan yang terkecil terjadi pada instalasi selang nozel 1 dan 2 yaitu 0,032 m

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan pembahasan dan analisa terhadap data hasil perhitungan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Koefisien mayor losses pada instalasi turbin pelton ini adalah 0,026 pada debit 26 Lpm, 0,024 pada debit 39 Lpm, 0,022 pada debit 57 Lpm.
2. Mayor losses terbesar terjadi pada debit 57 lpm yaitu sebesar 0,008 m. Sedangkan mayor losses yang terjadi pada debit 39 lpm yaitu sebesar 0,004 m. Untuk mayor losses terkecil terjadi pada debit 26 lpm yaitu sebesar 0,002 m
3. Minor losses yang terjadi pada debit 26 Lpm sama besarnya ditiap-tiap instalasi selang nozel yaitu 0,005 m. Pada debit 39 Lpm minor losses terbesar terjadi pada instalasi selang nozel 3 yaitu 0,012 m sedangkan yang terkecil

terjadi pada instalasi 0.000 0.010 0.020 0.030 0.040 26 39 57 Losses Total (m) Debit (Lpm) Losses Total Losses Total Instalasi 1 Losses Total Instalasi 2 Losses Total Instalasi 3 selang nozel 1 dan 2 yaitu 0,011 m. Pada debit 57 Lpm minor losses terbesar terjadi pada instalasi selang nozel 3 yaitu 0,025 m sedangkan yang terkecil terjadi pada instalasi selang nozel 1 dan 2 yaitu 0,024 m.

REFERENSI

- Affandi, A., Umurani, K., & Siregar, C. A. P. (2020). Perancangan Mesin Pengaduk Bumbu Kripik Ubi Untuk Peningkatan Produksi Industri Rumah Tangga Di Desa Sidodadi Ramunia Kecamatan Beringin. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 123-128.
- Affandi, A. R., Fonna, S., & Huzni, S. (2019). Atmospheric Corrosion Analysis on Carbon Steel Low Profile Strip and Reinforcing steel in Industrial Area. *Prosiding SNTTM XVIII., RM17*.
- Dharma, S. (2021). Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil: Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil. *ABEC Indonesia*, 9.
- Dharma, S., Razak, A., Bahri, N., Sutrisno, J., Abdullah, I., & Silalahi, A. R. (2020). The Effect of Process Route on the Mechanical Properties and Microstructure Aluminum Al-Si-Cu-Mg-Mn Alloys. In *Defect and Diffusion Forum* (Vol. 402, pp. 67-72). Trans Tech Publications Ltd.
- Huzni, S., Siregar, A. M., Siregar, C. A., Nasution, A. R., Tanjung, I., & Fonna, S. (2020). ANALISA KOROSI ATMOSFERIK BAJA KARBON RENDAH DI KECAMATAN MEDAN BELAWAN. *MULTITEK INDONESIA*, 14(2), 80-88.
- Lubis, S. (2018). Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif. *RELE: Rekayasa Elektrikal dan Energi Jurnal Teknik Elektro* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE>.
- Lubis, S. (2019). Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada Sepatu Rem Mobil Ketebalan 8 mm Menggunakan Perangkat Lunak Msc. Nastran V. 9. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 44-53.
- Lubis, S., Siregar, C. A., Siregar, I., & Hasibuan, E. S. (2020). Kajian Eksperimen Deffoormasi Tekanan Pada Struktur Sarang Lebah Dengan Variasi Ukuran Hexagonal Yang Diuji Secara Statis. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 01-10.
- Mizhar, S., & Suherman, S. (2011). Pengaruh Perbedaan Kondisi Tempering Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan dari Baja AISI 4140. *Jurnal dinamis*, (8).
- Mizhar, S., & Fauzi, R. (2016). Pengaruh penambahan magnesium terhadap kekerasan, kekuatan impak dan struktur mikro pada aluminium paduan (Al-Si) dengan metode lost foam casting. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(2).
- Mizhar, S., Yulfitra, Y., & Suherman, S. (2017). Kajian Perubahan Distribusi Kekerasan dan Perubahan Struktur Mikro pada Proses Quench terhadap Variasi Diameter dalam dari Baja Karbon Sedang Tipe Sae 1040. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(2).
- Muliadi, D., Ridho, R., & Marpaung, C. P. (2018). Pengaruh Kuat Arus terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Sambungan Las Smaw Baja Sa 516 Gr. 70. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).
- Nasution, A. R., Affandi, A., & Fuadi, Z. (2020). Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 16-22.
- Rahmatullah, R., Umurani, K., & Siregar, M. A. (2021). Pengembangan Lintasan Pahat Pada Pengefraisan "Umsu" Menggunakan Cnc Tu-3a. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 8-15.

- Santia, L., Utari, I. R., & Rahmatullah, R. (2019). Perhitungan efisiensi panas steam generator dengan pemanas thermal oil pada unit energy plant industri fibreboard. *Jurnal Teknik Kimia*, 25(3), 75-79.
- Siregar, M. A. (2020). Pengaruh Variasi Sudut Keluar Impeler Terhadap Performance Pompa Sentrifugal. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 166-174.
- Siregar, M. A., & Riawansyah, R. (2018). Simulasi Perpindahan Panas Pada Heater Injection Molding Menggunakan Software Solidworks. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 1(1), 39-46.
- Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Perancangan Mesin Pembuat Pelet Untuk Kelompok Pemuda Berkarya Kecamatan Pahae Jae Guna Meningkatkan Produktifitas Ikan. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 45-49.
- Sitompul, C. P., & Kurniyanto, H. B. (2021). GTA Welding Dissimilar of AISI 309 to AISI 201 Stainless Steels by Using AISI 308L Filler Metals. In *Key Engineering Materials* (Vol. 892, pp. 17-24). Trans Tech Publications Ltd.
- Suherman, S., Syakura, A., Nasution, A., Mizhar, S., Hermawan, O., & Handoko, A. (2018). Influence of Additional Sr and TiB on Aluminium Al-Si-Cu-Mg Alloys for Produced Prototype Cylinder Head Motorcycle. *Proceeding of Ocean, Mechanical and Aerospace-Science and Engineering-*, 5(1), 79-83.
- Suherman, S., & Fahrizal, F. (2017). Pengaruh Penambahan Mn Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Paduan Al-10Si Dengan Metode Lost Foam Casting. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 13(1).
- Suherman, S., & Syahputra, S. (2014). Pengaruh Penambahan Cu Dan Solution Treatment Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Aluminium Paduan A356. *Jurnal Dinamis*, 2(14).
- Suroso, B., & Prayogi, D. (2019). Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle Dan Kedalaman Penggerindaan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St 37 Menggunakan Mesin Bubut Bergerinda. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 24-33.
- 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., Affandi, A., Huzni, S., & Fonna, S. (2020). Investigasi pengaruh jumlah elemen anoda terhadap distribusi potensial korosi pada beton bertulang menggunakan BEM 3D. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 57-64.
- Umurani, K., Nasution, A. R., & Irwansyah, D. (2021). Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan Rusuk V 90 Derajat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 37-46.
- Yani, M., & Suroso, B. (2019). Membandingkan Cetakan Terbuka Dengan Tertutup Pada Pembuatan Papan Skate Board Dari Limbah Sawit. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 150-157.
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lentutan. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).
- Yani, M. Y. M., Suroso, B., & Muharnif, M. (2021). Pendampingan Pembuatan Papan Skate Board Dari Komposit Pada Panti Asuhan Muhammadiyah Cabang Medan Kota. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 31-39.
- Yunus, S. M., & Sitorus, M. K. (2018). Perbandingan Kekerasan dan Struktur Mikro Material Crank Shaft Sepeda Motor Beberapa Merk. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(1).