

Pengaruh Variasi Material pada Discbrake Untuk Meredam Panas yang Terjadi Ketika Pengereman Menggunakan Simulasi Transient Thermal

Rifki Maulana¹ Deri Teguh Santoso Boni²

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang,
Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat, Indonesia^{1,2}

Email: 2010631150060@student.unsika.ac.id¹

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki statistik kecelakaan paling banyak di Asia Tenggara, dimana Indonesia menempati posisi kelima. Dimana angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia salah satunya disebabkan oleh rem blong mencapai 31%. Maka dari itu sistem pengereman yang handal dan baik sangat diperlukan untuk menjaga keselamatan bagi pengendara kendaraan lalu lintas baik roda dua maupun roda empat. Salah satu komponen yang berperan sangat penting dalam sistem pengereman adalah discbrake, dan dalam hal ini semakin besar panas yang dihasilkan maka semakin kecil efektifitas pengeremannya. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dengan variasi yang ada, mana yang lebih bisa meredam panas ketika pengereman berlangsung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi transien thermal pada software Solidworks 2022, untuk diameter discbrake yang digunakan adalah 180mm dan variasi material yang digunakan ialah AISI 304, AISI 1020, dan Alloy 1060. Konduktifitas yang dimiliki setiap material berturut-turut ialah AISI 304 16W/m.K, AISI 1020 47W/m.K, dan Alloy 1060 200W/m.K. Hasil yang didapat dari simulasi dengan material AISI 304 minimum temperature 1.995°C maksimum temperature 2.172°C, material AISI 1020 minimum temperature 1.996°C maksimum temperature 2.185°C, dan untuk material Alloy 1060 minimum temperature 1.996°C maksimum temperature 2.224°C. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah material yang memiliki nilai konduktifitas termal rendah cenderung bisa lebih menahan temperatur pada saat pengereman berlangsung.

Kata Kunci: Discbrake, Pengereman, Simulasi Transient Thermal

Abstract

Indonesia is one of the countries with the most accident statistics in Southeast Asia, where Indonesia is in fifth position. Where the number of traffic accidents in Indonesia, one of which is caused by brake failure, reaches 31%. Therefore, a reliable and good braking system is very necessary to maintain the safety of drivers of both two-wheeled and four-wheeled traffic vehicles. One of the components that plays a very important role in the braking system is the disc brake, and in this case the greater the heat produced, the smaller the braking effectiveness. So this research aims to find out with the existing variations, which one is better able to reduce the heat that occurs when braking takes place. The method used in this research is transient thermal simulation in Solidworks 2022 software, the disc brake diameter used is 180mm and the material variations used are AISI 304, AISI 1020, and Alloy 1060. The conductivity of each material is AISI 304 16W/m.K, AISI 1020 47W/m.K, and Alloy 1060 200W/m.K. The results obtained from simulations with AISI 304 material, minimum temperature of 1.995°C, maximum temperature of 2.172°C, AISI 1020 material, minimum temperature of 1.996°C, maximum temperature of 2.185°C, and for Alloy 1060 material, minimum temperature of 1.996°C, maximum temperature of 2.224°C. The conclusion obtained from this research is that materials that have high thermal conductivity values tend to be able to withstand temperatures better during braking.

Keywords: Discbrake, Braking, Transient Thermal Simulation



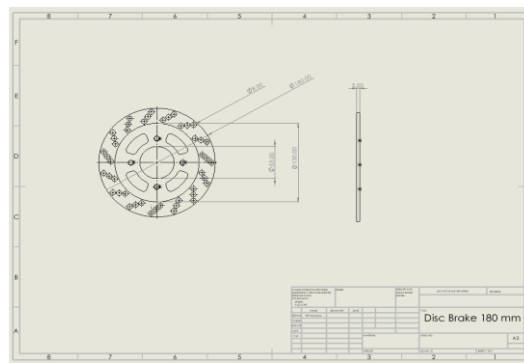
This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Pengereman merupakan salah satu sistem yang sangat penting dalam sebuah kendaraan. Menurut statistik Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki statistik kecelakaan paling banyak di Asia Tenggara, dimana Indonesia menempati posisi kelima. Dimana angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya faktor manusia seperti mengantuk saat berkendara atau ketidakcakapan pengendara sebesar 35%. Sementara dari faktor kualitas kendaraan seperti rem blong mencapai 31%. Maka dari itu sistem pengereman yang handal dan baik sangat diperlukan untuk menjaga keselamatan bagi pengendara kendaraan lalu lintas baik roda dua maupun roda empat. Pada semester I 2022, Polri mencatat ada sekitar 1,9 ribu kasus kecelakaan terkait kondisi lampu sein atau rem yang tidak menyala. Disamping itu Kendala yang terjadi saat rem blong atau pengereman yang kurang maksimal biasanya disebabkan oleh distribusi panas yang terjadi pada *discbrake* itu kurang baik, salah satu metode yang digunakan untuk mereda panas yang dihasilkan dari gesekan kampas rem dan *discbrake* pada sebuah kendaraan ialah lubang yang ada di cakram itu sendiri yang fungsinya ialah untuk sirkulasi udara dan membantu pendinginan *discbrake* itu sendiri ketika pengereman sedang berlangsung. Oleh karena itu, sistem pengereman yang handal sangat diperlukan untuk keselamatan pengemudi.[1] Distribusi *temperature* pada *discbrake* merupakan hal paling penting dalam efisiensi pengereman, semakin tinggi *temperature* semakin kecil juga efisiensi pengeremannya. Dalam hal ini metode yang digunakan untuk bisa meredam panas dengan baik ialah menggunakan variasi material yang disimulasikan menggunakan *software solidworks* dengan tujuan untuk mengetahui material seperti apa yang bisa meredam panas dengan baik. salah satu dampak yang terjadi apabila *temperature* terlalu tinggi atau sirkulasi *temperature* tidak berjalan baik adalah *brake fading*, dimana *brake fading* adalah penurunan kinerja pengereman akibat panas yang berlebih. Adapun dampak yang terjadi pada materialnya itu sendiri salah satunya perubahan sifat material akibat panas yang berlebih tersebut. Maka dari itu pengendalian *temperature* pada sistem pengereman ini sangat penting untuk bisa memaksimalkan pengereman.

METODE PENELITIAN

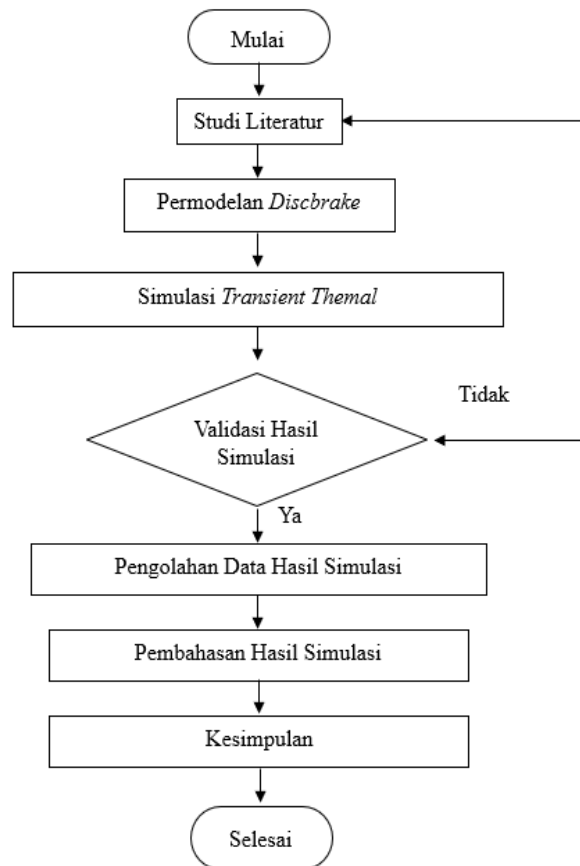
Analisis transient thermal ini adalah analisis tentang bagaimana temperatur berubah sesuai keadaan, baik waktu ataupun kondisi thermal yang bervariasi. Berbeda dengan simulasi steady state thermal yang temperaturnya tidak berubah atau konstan tidak berubah seiring waktu. Simulasi transient thermal ini sangat sesuai karena sesuai keadaan nyata bahwa pengereman digunakan pada saat kondisi yang berbeda, mulai dari keadaan lingkungan, keadaan suhu awal, serta lamanya waktu pada saat pengereman digunakan.[2] Dalam penelitian ini hanya membahas *discbrake* dengan diameter 180mm dengan variasi material, diantaranya AISI 304, AISI 1020, dan Alloy 1060. Metode yang digunakan ialah *transient thermal* pada *software solidworks* dengan mempertimbangkan suhu lingkungan, konveksi yang terjadi pada saat pengereman berlangsung, serta *heat power* yang terjadi pada *discbrake*. Spesifikasi konduktivitas termal, dan densitas material yang menentukan bagaimana material menyerap dan menghantarkan panas. Penelitian ini menggunakan *software Solidworks 2022* untuk mengetahui minimum dan maksimum *temperature* yang terjadi pada *discbrake*.



Gambar 1. Dimensi Discbrake

Diagram Alir

Pendekatan penelitian ini adalah *reverse engineering* dengan melakukan simulasi *Transient thermal* menggunakan *software Solidworks 2022*. Untuk gambaran alur proses penelitian dapat dilihat pada gambar2.



Gambar 2. Diagram Alir

Variasi Material

Material yang digunakan dalam penelitian kali ini diantaranya AISI 304, AISI 1020, dan Alloy 1060.

1. AISI 304. AISI 304 (1.4301) adalah baja tahan karat *kromium-nikel austenitik* yang banyak digunakan. Baja ini memiliki sifat gambar yang sangat baik dan kemampuan bentuk yang sangat baik, selain itu juga sangat tahan korosi. Tipe 304 kadang-kadang juga disebut sebagai

18/8, sebuah julukan yang berasal dari komposisi khasnya yang terdiri dari 18% kromium dan 8% nikel. Unsur-unsur lain dalam paduannya termasuk nikel, mangan, silikon, nitrogen, karbon, fosfor, dan belerang.[3]

Tabel 1. Karakteristik Material AISI 304

<i>Property</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
<i>Elastic Modulus</i>	1.9e+11	N/m ²
<i>Poission's Ratio</i>	0.29	N/A
<i>Shear Modulus</i>	7.5e+10	N/m ²
<i>Mass Densisty</i>	8000	kg/m ²
<i>Thermal Expansion</i>	1.8e-05	K
<i>Thermal Conductivity</i>	16	W/m.k
<i>Spesific Heat</i>	500	J/kg.k

2. AISI 1020. AISI 1020 adalah baja karbon rendah yang sering digunakan dalam aplikasi teknik dan manufaktur karena sifat mekaniknya yang baik dan kemudahan pengerjaan. Baja merupakan logam yang banyak digunakan dalam berbagai macam bidang, terutama di dalam bidang perindustrian. Pengaplikasian baja sangatlah beraneka ragam tergantung kebutuhan serta sifat-sifat dari baja itu sendiri. Salah satu sifat baja yang penting ialah sifat mekanik. Sifat mekanik merupakan sifat-sifat yang berkaitan dengan daya kelakuan (*behavior*) terhadap beban mekanik. Sifat mekanik terdiri dari banyak macam kekuatan yaitu kekuatan (*strength*), ketangguhan (*toughnes*), kekerasan (*hardness*), keuletan (*ductile*) dan dengan modulus elastisitas dan ketahanan arus.[4]

Tabel 2. Karakteristik Material AISI 1060

<i>Property</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
<i>Elastic Modulus</i>	2e+11	N/m ²
<i>Poission's Ratio</i>	0.29	N/A
<i>Shear Modulus</i>	7.7e+10	N/m ²
<i>Mass Densisty</i>	7900	kg/m ²
<i>Thermal Expansion</i>	1.5e-05	K
<i>Thermal Conductivity</i>	47	W/m.k
<i>Spesific Heat</i>	420	J/kg.k

3. Alloy 1060. Alloy 1060 adalah paduan berbasis aluminium dalam keluarga tempa "murni komersial". Pada dasarnya, paduan ini sangat mirip dengan paduan aluminium 1050, dengan perbedaannya mencapai 0,1% aluminium menurut beratnya. Namun, meskipun 1050 dan 1060 tercakup dalam standar ISO yang sama, keduanya tercakup dalam standar ASTM yang berbeda. Sebagai paduan tempa, biasanya dibentuk dengan ekstrusi atau penggulangan. Ini biasanya digunakan dalam industri listrik dan kimia, karena memiliki konduktivitas listrik yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, dan kemampuan kerja. Ini memiliki kekuatan mekanik yang rendah dibandingkan dengan logam paduan yang lebih signifikan. Ini dapat diperkuat dengan pengerjaan dingin, tetapi tidak dengan perlakuan panas.[5]

Tabel 3. Karakteristik Material Alloy 1060

<i>Property</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
<i>Elastic Modulus</i>	6.9e+10	N/m ²
<i>Poission's Ratio</i>	0.33	N/A
<i>Shear Modulus</i>	2.7e+10	N/m ²
<i>Mass Densisty</i>	2700	kg/m ²
<i>Thermal Expansion</i>	2.4e-05	K
<i>Thermal Conductivity</i>	200	W/m.k
<i>Spesific Heat</i>	900	J/kg.k

Pemodelan Discbrake

Pemode Discbrake yang memiliki diameter 180mm dan ketebalan 5mm ini menggunakan *Software Solidworks 2002*. Adapun model *discbrake* yang dipakai ini merupakan *discbrake* dari Honda yang biasa digunakan pada motor seperti motor Beat, dan Scoopy. Alasan menggunakan discbrake ini ialah yang banyak dipasaran dan banyak diakses oleh masyarakat luas, sehingga penelitian ini diharapkan bisa lebih terkena dampaknya kepada masyarakat luas.

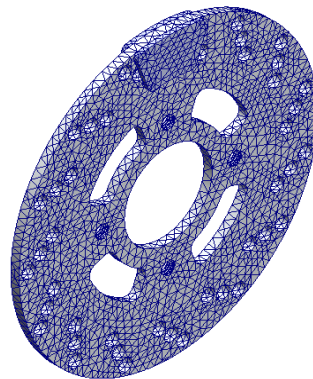


Gambar 3. Pemodelan Discbrake

Transient Thermal

Simulasi *transient thermal*, atau *transient thermal simulation*, adalah metode analisis yang digunakan untuk memprediksi dan mengoptimalkan proses pendinginan dan pemanasan dalam berbagai aplikasi, seperti dalam proses pengereman. Dalam simulasi ini, distribusi temperatur dan tegangan termal di dalam material digunakan untuk memahami dan mengoptimalkan proses tersebut. Simulasi *transient thermal* biasanya dilakukan menggunakan software seperti *ANSYS Mechanical Workbench* atau *Solidworks*, yang memungkinkan analisis detail dan akurat dari fenomena termal yang terjadi dalam proses pengereman. Dalam contoh yang diberikan, simulasi ini digunakan untuk memprediksi distribusi *temperature* dan tegangan termal pada saat Pengereman sedang berlangsung.[2]

1. *Mesh*. Tujuan meshing dalam simulasi *software* adalah untuk membagi domain menjadi beberapa *cell* yang saling terhubung, sehingga memungkinkan analisis numerik yang lebih akurat dan efisien. Meshing memungkinkan simulasi untuk memodelkan fenomena fisika seperti aliran fluida, distribusi panas, dan tegangan pada struktur, serta memprediksi perilaku mereka dalam situasi yang berbeda.[6]



Gambar 4. Meshing

2. *Engineering Data*. Material yang digunakan dalam analisi ini adalah berturut-turut AISI 304, AISI 1020, Alloy 1060. adapun data dari setiap material seperti tabel 4.

Tabel 4 . Engineering Data AISI 304

Komponen	Density (kg/m3)	Young's Modulus (GPa)	Poisson's Ration
Cakram	8000	190	0.29
Kampas	2040	200	0.394

Tabel 5. Engineering Data AISI 1020

Komponen	Density (kg/m3)	Young's Modulus (GPa)	Poisson's Ration
Cakram	7900	200	0.29
Kampas	2040	200	0.394

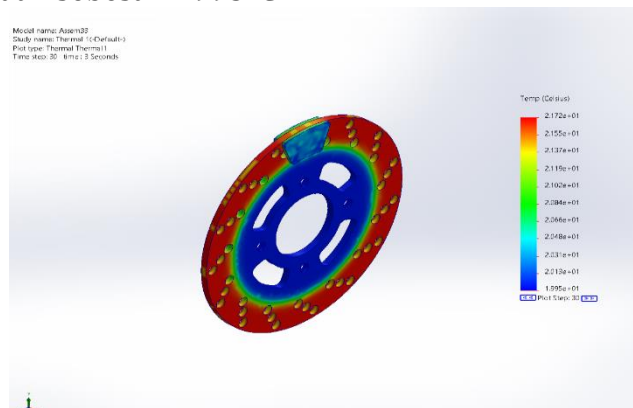
Tabel 6. Engineering Data Alloy 1060

Komponen	Density (kg/m3)	Young's Modulus (GPa)	Poisson's Ration
Cakram	2700	690	0.33
Kampas	2040	200	0.394

3. *Boundary Condition*. Adapun batas-batas kondisi (*boundary conditions*) yang diasumsikan pada penelitian ini dan dijadikan parameter dalam simulasi ini yaitu[6], sebagai berikut: konveksi sebesar $0.704 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$; *heat power* 97.065 watt; suhu awal 20°C .; *Bulk Ambient Temperatur* 293 K; *End Time* 3s.

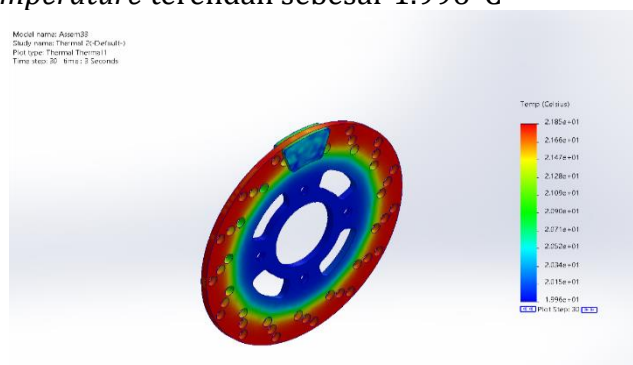
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil simulasi *Transient Thermal* menggunakan *software Solidworks* menunjukkan bahwa *discbrake* dengan material AISI 304 mendapatkan temperatur tertinggi sebesar 2.172°C dan temperature terendah sebesar 1.995°C .



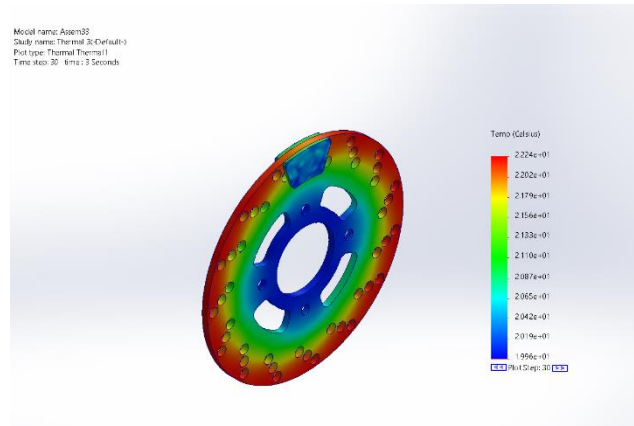
Gambar 5. Hasil Simulasi AISI 304

Sementara *discbrake* dengan material AISI 1020 mendapatkan *temperature* tertinggi sebesar 2.185°C dan *temperature* terendah sebesar 1.996°C



Gambar 6. Hasil Simulasi AISI 1020

Terakhir *discbrake* dengan material AISI 304 mendapatkan *temperature* tertinggi sebesar 2.224°C dan *temperature* terendah sebesar 1.996 °C



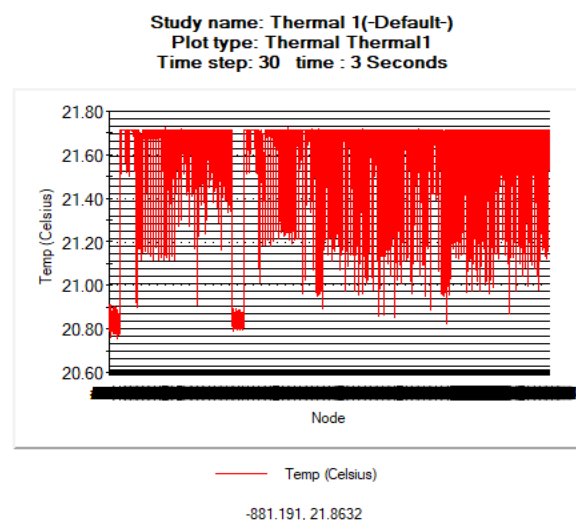
Gambar 7. Hasil Simulasi Alloy 1060

Dari hasil simulasi ketiga material tersebut menunjukkan bahwa material Alloy 1060 mengalami *temperature* paling tinggi dengan nilai 2.224°C diantara yang lainnya, sedangkan untuk *temperature* paling rendah adalah material AISI 304 sebesar 1.995°C

Tabel 7. Hasil Simulasi Keseluruhan Material

Material	Max Temperatur	Min Temperatur
AISI 304	2.172°C	1.995°C.
AISI 1060	2.185°C	1.996°C.
Alloy 1060	2.224°C	1.996 °C

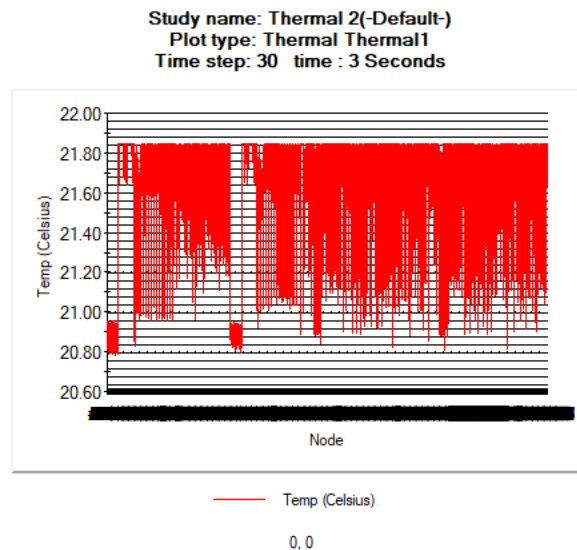
Berikut dalam Grafik dibawah ini alur penambahan *temperature* yang terjadi pada *discbrake* disetiap material. Grafik dibawah ini juga menunjukkan pola lebih detail sesuai apa yang terjadi selama simulasi berlangsung pada *discbrake* disetiap material. Akan lebih mudah melihat penyebaran panas yang berlangsung, dimana dapat membandingkan material apa yang menyebarkan panas lebih cepat pada *discbrake*. Grafik dibawah merupakan data yang diambil dari permukaan *discbrake* yang bersinggungan dengan kampas rem.



Gambar 8. Grafik Material AISI 304

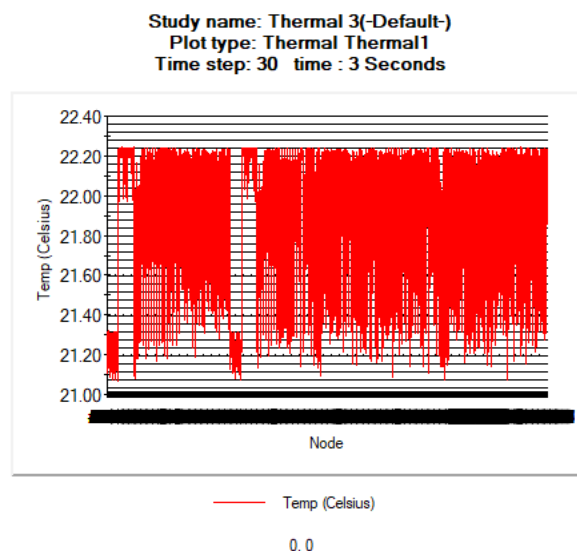
Dalam Grafik diatas menunjukkan bahwa distribusi panas yang terjadi pada *discbrake* relatif rendah dan tidak terlalu rapat, grafik tersebut juga menunjukkan bahwa material ini bisa

meredam panas dengan baik. *Temperature* tertinggi yang terjadi sekitar 21.65°C dan relatif konstan, ada sedikit celah dalam grafik tersebut menunjukkan di saat-saat tertentu discbrake ini menyentuh *temperature* 20.80°C.



Gambar 9. Grafik Material AISI 1020

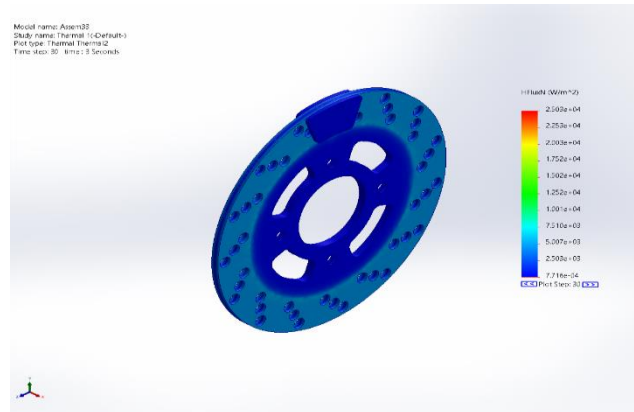
Berbeda dengan material AISI 304, material AISI 1020 untuk *temperature* tertingginya menyentuh angka 21.80°C sedikit lebih tinggi, sedangkan *temperature* terendahnya menyentuh angka 20.80°C. untuk intensitas distribusi pans yang terjadi relatif sedang. Disamping itu pada grafik tersebut juga jelas menunjukkan bahwa distribusi pans yang terjadi juga realtif konstan, dan ada di beberpa momen tuurun drastis dan hal itu menjadi *temperature* terendah pada material ini.



Gambar 10. Grafik Material Alloy 1060

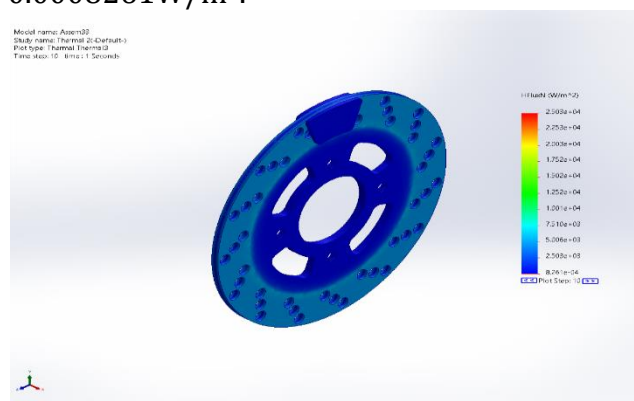
Material Alloy 1060 dilihat dari grafik diatas cenderung memiliki intensitas distribusi panas yang paling rapat dan sangat cepat. Pada material ini memiliki *temperature* yang paling tinggi pula diantara material lainnya yaitu 22.20°C dan *temperature* terendahnya sebesar 21.10°C. dalam hal ini cukup terlihat jelas grafik pada material ini jauh lebih rapat dan memiliki suhu yang paling tinggi diantara material lainnya. Dalam simulasi ini juga menentukan *heat*

fluks yang terjadi pada *discbrake*, hal ini penting karena *heat fluks* menggambarkan laju perpindahan panas persatuan luas yang dimana fokus hal ini permukaan *discbrake* yang mengalami kontak dengan kampas rem. Dibawah ini gambar dari simulasi *heat fluks* dari material AISI 304, didapat nilai maksimum 2.503 W/m² dan nilai minimum sebesar 0.0007716W/m².



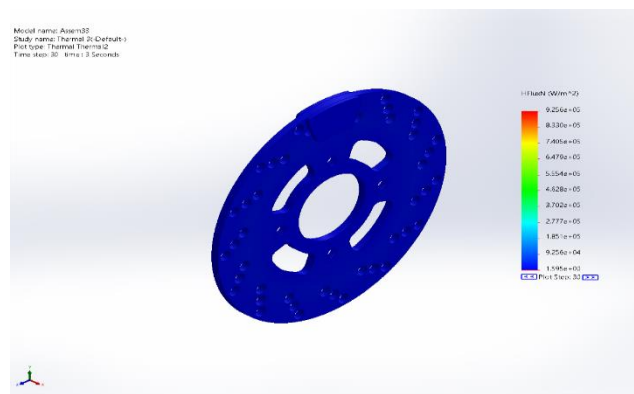
Gambar 11. Hasil Simulasi Heat fluks AISI 304

Sedangkan material AISI 1020 mendapatkan nilai maksimum sebesar 2.503W/m² dan nilai minimum sebesar 0.0008261W/m².



Gambar 12. Hasil Simulasi Heat fluks AISI 1020

Lalu material Alloy 1060 mendapatkan nilai maksimum 9.256W/m² dan nilai minimum sebesar 9.256W/m²



Gambar 13. Hasil Simulasi Heat fluks Alloy 1060

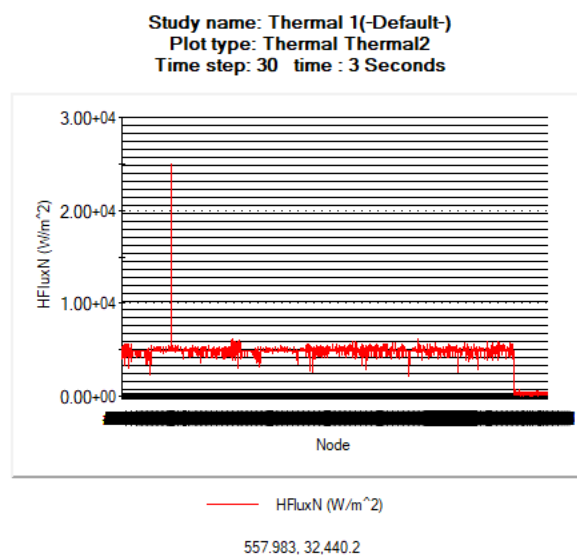
Dari hasil simulasi ketiga material tersebut menunjukkan bahwa material Alloy 1060 mengalami *heat fluks* paling tinggi dengan nilai 9.256W/m² diantara yang lainnya, sedangkan

untuk *temperature* paling rendah adalah material AISI 304 sebesar 0.0007716 W/m^2 . ini artinya material Alloy 1060 lebih andal dalm perpindahan panas yang terjadi pada *discbrake*, sedangkan material AISI 304 cenderung kurang baik dalam laju perpindahan panas.

Tabel 8. Hasil Heat Fluks Keseluruha Material

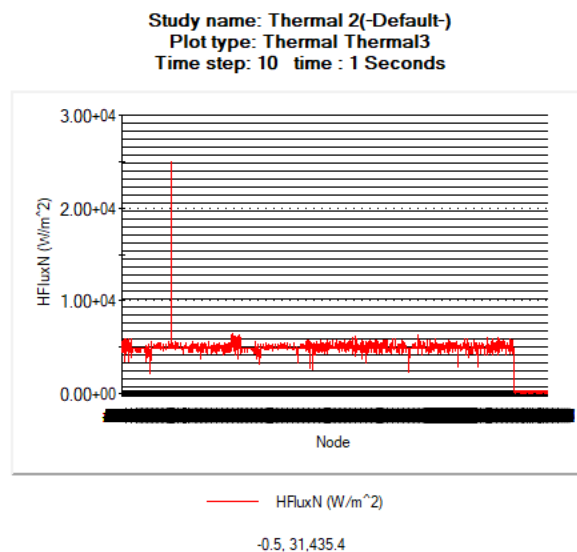
Material	Max Haet Fluks	Min Heat Fluks
AISI 304	2.503 W/m^2	0.0007716 W/m^2
AISI 1060	2.503 W/m^2	0.0008261 W/m^2
Alloy 1060	9.256 W/m^2	1.595 W/m^2

Berikut dalam Grafik dibawah ini alur *heat fluks* yang terjadi pada *discbrake* disetiap material. Grafik dibawah ini juga menunjukan pola lebih detail suesuai apa yang terjadi selama simulasi berlangsung pada *discbrake* disetiap material.



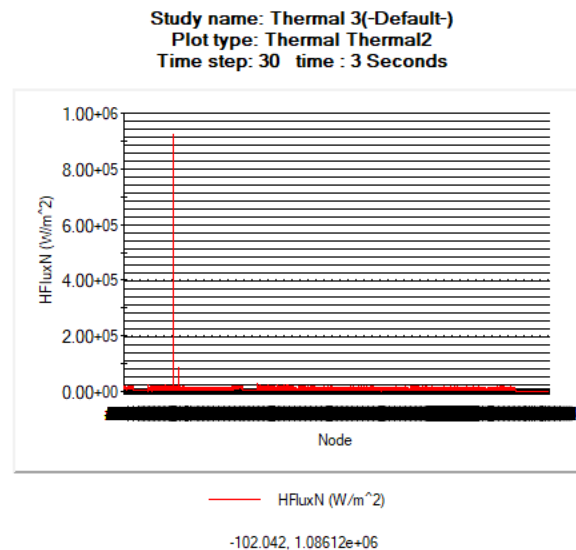
Gambar 14. Heat Fluks AISI 304

Dalam Grafik tersebut terlihat laju perpindahan panasnya relatif rendah dengan nilai terendah dalam grafik sebesar 0.5 W/m^2 dan nilai tertinggi 2500 W/m^2



Gambar 15. Heat Fluks AISI 1020

Adapun material AISI 1020 terlihat laju perpindahan panasnya relatif rendah juga sama seperti AISI 304 dengan nilai terendah dalam grafik sebesar 0.4W/m^2 dan nilai tertinggi 2500W/m^2 , dan laju *heat fluks* ini juga relatif konstan.



Gambar 16. Heat Fluks Alloy 11060

Sedangkan dalam material Alloy 1060 sangat berbeda dari kedua material sebelumnya, dimana mendapat nilai tertinggi 8500W/m^2 dalam grafik sedangkan nilai terendah 1.595W/m^2 . Dari ketiga grafik itu sangat jelas bahwa *heat fluks* yang terjadi pada Alloy 1060 itu lebih besar nilai dibandingkan kedua material lainnya. Justru kedua material yang tersisa yaitu AISI 304 dan AISI 1020, justru antara kedua material tersebut cenderung sama nilainya dan arahnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan simulasi diatas menunjukkan bahwa *discbrake* dengan diameter 180mm divariasikan dengan material AISI 304, AISI 1020, dan alloy 1060. Dapat disimpulkan bahwa simulasi *transient thermal* dengan *boundary condition* seperti diatas didapat bahwa *temperature* terendah sebesar 1.995°C pada material AISI 304, dan *temperature* tertinggi sebesar 2.224°C pada material AISI 1060. Sementara nilai *heat fluks* terendah sebesar 0.0007716W/m^2 didapat pada material AISI 304, dan *heat fluks* tertinggi 9.256W/m^2 pada material Alloy 1060, sedangkan pada material AISI 1020 relatif berada di tengah antara AISI 304 dan Alloy 1060 dalam *temperatur* maupun nilai *heat fluks*. Selain itu hasil investigasi pada ketiga material tersebut didapat bahwa daerah dari *discbrake* yang bersinggungan dengan kampas rem cenderung lebih terkena dampaknya baik dalam segi temperatur ataupun heat fluks. Pada material AISI 304 didapat 1053 node, AISI 1020 didapat 1207 node, dan pada Alloy 1060 didapat 556 node dan semuanya itu pada *temperature* maksimum. Sedangkan dalam segi *heat fluks* material AISI 304 didapat 1053 node, AISI 1020 didapat 1053 node, dan pada material Alloy 1060 didapat 1059 node dan semuanya dalam nilai maksimum *heat fluks*. Dari pembahasan diatas menunjukkan bahwa AISI 304 lebih bisa meredam panas dan suhu maksimumnya relatif tidak terlalu tinggi walaupun bagian *discbrake* cukup banyak yang menerima panas, sedangkan pada material Alloy 1060 menunjukkan bahwa material tersebut mengalami suhu yang sangat tinggi dengan bagian yang mengalami suhu tinggi tersebut tidak terlalu banyak jika dibandingkan dengan material AISI 304 dan AISI 1020.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Ahdiat, "Hati-hati di Jalan, Ini 12 Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas," databoks.katadata.co.id. Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/02/09/hati-hati-di-jalan-ini-12-faktor-penyebab-kecelakaan-lalu-lintas>
- M. I. P. H. dan M. R. Muhammad Puri Yogatama, "Simulasi Transient Thermal Pada Pengecoran Connecting Rod Berbahan Aluminium 7075 untuk Aplikasi Mesin 150 CC dengan Variasi Material dan Desain Cetakan Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Jurnal Teknik Its*, vol. 9, 2020.
- Muslih Nasution and Rini Halila Nasution, "Muslih Nasution1), Rini Halila Nasution2)," *Buletin Utama Teknik*, 2020.
- Octavianus, GoodmanGamayel, Adhes Ariyansah, and Riyan, "Simulasi Kekuatan Struktur Model Variasi Cakram Sepeda Motor Menggunakan Metode Elemen Hingga," 2022.
- Pris, Fahd Riyal Suyitno, Budhi M, and Amin Suhadi, "Analisis Kekuatan Velg Aluminium Alloy 17 Inc Dari Berbagai Desain Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA)."
- Riyan Ariyansah Deni1, Murtalim, Ade Sunardi, and Adhes Gamaye, "Studi Sifat Mekanis Hasil Pengelasan Dengan Metode Las Gesek Pada Material Baja Tahan Karat Aisi D2 & Aisi 304," *Jurnal Teknik Its*, vol. 2, 2022.