

## **Analysis Thermal Pada Solid dan Ventilated Disk Brake Pada Mobil Hemat Energi Pagaruyuang Team UNP**

**Wanda Afnison\*<sup>1</sup>, Wagino<sup>1</sup>, Nuzul Hidayat<sup>1</sup>, Muslim<sup>1</sup>, Masykur<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, UNP, Padang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UTU, Meulaboh

e-mail: \*wandaafnison@ft.unp.ac.id

### **Abstrak**

*Penelitian ini membahas tentang analysis thermal pada disk brake yang digunakan pada mobil hemat energy UNP. Terdapat tiga jenis rancangan disk brake yang disimulasikan yaitunya tipe solid disk brake, circular hole ventilated dan vane ventilated. Menggunakan metode elemen hingga, ketiga desain disk brake ini dilakukan analisa karakteristik panas yang diterima dari proses pengereman. Disk brake dengan kemampuan melepaskan panas lebih baik merupakan tipe yang cocok digunakan. Dari hasil simulasi diperoleh disk brake dengan tipe ventilated (circular hole) memiliki kemampuan melepas panas paling baik dengan temperature maksimal sebesar 635.52<sup>0</sup> K, lebih rendah dari tipe vane dan solid dimana diperoleh maksimum temperature sebesar 570<sup>0</sup> K dan 809.5<sup>0</sup> K . Desain disk brake dengan tipe vane merupakan desain disk brake dengan kemampuan melepas panas terburuk dimana memiliki temperature akhir paling tinggi sebesar 809.5<sup>0</sup> K.*

**Kata kunci**—Analisis thermal, disk brake, panas, mobil hemat energy

### **Abstract**

*This study discusses the thermal analysis of the disc brakes used in UNP energy-efficient cars. There are three types of disc brake designs that are simulated, namely solid disc brake, circular hole ventilated and vane ventilated types. Using the finite element method, the three disc brake designs analyzed the characteristics of the heat received from the braking process. Disc brakes with better heat dissipation ability are the most suitable type to use. From the simulation results, the ventilated (circular hole) disc brakes have the best heat dissipation capability with a maximum temperature of 635,52<sup>0</sup> K, lower than the vane and solid types where the maximum is obtained. temperatures of 570<sup>0</sup> K and 809.5<sup>0</sup> K . The vane type disc brake design is a disc brake design with the worst heat dissipation capability which has the highest final temperature of 809.5<sup>0</sup> K.*

**Keywords**—Thermal analysis, disk brake, heat, high efficiency vehicle

## **1. PENDAHULUAN**

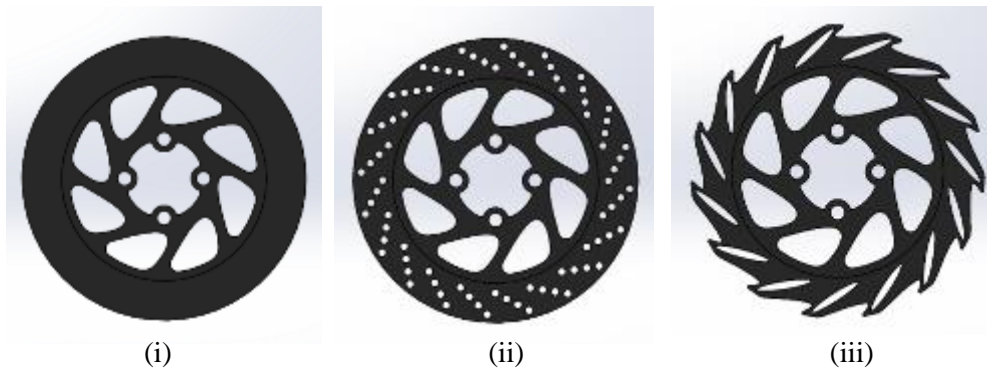
Krisis energy fosil menjadi permasalahan dan konsentrasi riset dalam bidang otomotif akhir-akhir ini. Berbagai riset dan produk otomotif dengan tingkat efisiensi energy tinggi menjadi solusi untuk permasalahan krisis energy. Upaya penghematan energy dapat berupa mencari sumber energy terbarukan, penghematan konsumsi energy yang sudah ada dan juga pemanfaatan energy yang terbuang pada kendaraan seperti mekanisme ERSA[1][2][3], HEMSA[4][5][6]. Kontes Mobil Hemat Energy (KMHE) merupakan salah satu wujud nyata partisipasi system pendidikan di Indonesia untuk ambil bagian terkait krisis energy[7] ini. Dalam ajang KMHE ini setiap tim yang mewakili kampus di Indonesia berkompetisi untuk

menghasilkan kendaraan masa depan yang mampu menawarkan konsumsi energy yang rendah dan ramah lingkungan. Pagaruyuang Team UNP merupakan salah satu kontestan Kontes Mobil Hemat Energy UNP yang turun di kategori Urban Diesel. Didalam kompetisi ini tim dituntut untuk mampu merancang dan membuat kendaraan masa depan yang mengedepankan unsur *high efficiency vehicle*.

Sistem pengereman merupakan salah satu perangkat penting dalam aspek perancangan kendaraan karena system pengereman berkaitan dengan aspek keselamatan pengendara. Pada artikel ini akan dibahas bagaimana merancang disk brake yang ideal. Sebagaimana kita ketahui sistem pengereman merupakan bentuk konversi energy kinetis ke energy panas pada kendaraan. Oleh sebab itu system pengereman tidak bisa dilepaskan dari bentuk panas yang dihasilkan dari proses pengereman. Semakin besar gaya pengereman yang diberikan maka semakin besar potensi panas yang diperoleh. Di sisi lain, panas yang dihasilkan dapat menurunkan kualitas dari pengereman itu sendiri. Panas yang dihasilkan antara pad rem dan disk brake mengurangi kualitas gesekan system rem yang disebabkan oleh munculnya crack antara pad dan disk brake, sehingga beresiko kegagalan pada system rem. Solusi dari permasalahan ini adalah dengan merancang disk brake yang memiliki kemampuan pelepasan panas yang baik.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan membuat desain 3 buah disk brake yang akan digunakan pada mobil hemat energy Pagaruyuang Team UNP. Disk brake[7] dirancang dengan desain berbeda: (i) solid, (ii) ventilated (circular hole)[8] dan (iii) vanes. Tiga desain berbeda sengaja dirancang untuk melihat tipe disk brake yang memiliki kemampuan pelepasan panas yang baik. Berikut tiga desain disk brake yang digunakan:



Gambar 1: Tipe disk brake; (i) solid, (ii) ventilated (circular hole), (iii) vanes type

Tahapan selanjutnya adalah menentukan intial condition dan material propertis desain. Penentuan ini mengacu kepada jenis pengujian dan data akhir yang akan dilihat dimana pada penelitian ini dilakukan analisa thermal pada penampang gesek antara disk brake dengan brake pad pada kendaraan mobil hemat energy UNP. Berikut data material propertis dan penentuan initial condition simulasi:

Tabel 1 Data material properties disk brake.

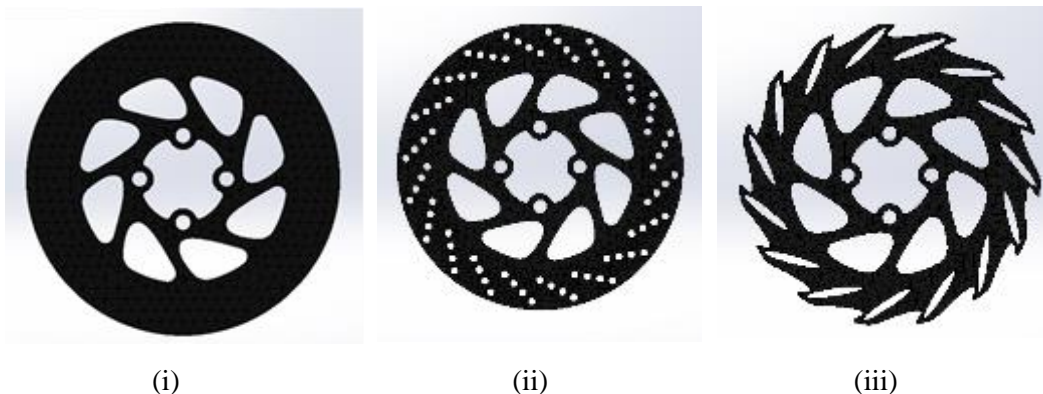
| Property        | Value  | Unit             |
|-----------------|--------|------------------|
| Elastic modulus | 120 ms | N/m <sup>2</sup> |
| Poisson's Ratio | 105 ms | N/A              |
| Shear Modulus   | 5e+010 | N/m <sup>2</sup> |

|                              |           |                   |
|------------------------------|-----------|-------------------|
| Mass Density                 | 7200      | Kg/m <sup>3</sup> |
| Tensile Strenght             | 151658000 | N/m <sup>2</sup>  |
| Compressive Strength         | 572165000 | N/m <sup>2</sup>  |
| Yield Strength               |           | N/m <sup>2</sup>  |
| Thermal Expansion Coeficient | 1.2e-005  | /K                |
| Thermal Conductivity         | 45        | W/(m.k)           |
| Spesific Heat                | 510       | J/(Kg.K)          |

Tabel 2 Initial Condition

| Condition                | Value  | Unit                  |
|--------------------------|--------|-----------------------|
| Total Time               | 10     | s                     |
| Convection Coeficient    | 90     | W/(m <sup>2</sup> .K) |
| Bulk Ambient Temperature | 300    | K                     |
| Heat power               | 6660   | W                     |
| Initial Temperature      | 298.15 | K                     |

Sebelum dilakukan simulasi dilakukan proses diskritisasi element menjadi element kecil yang berfungsi memudahkan proses analisa numeric[9] yang dilakukan. Proses meshing menentukan tingkat akurasi data yang diperoleh.

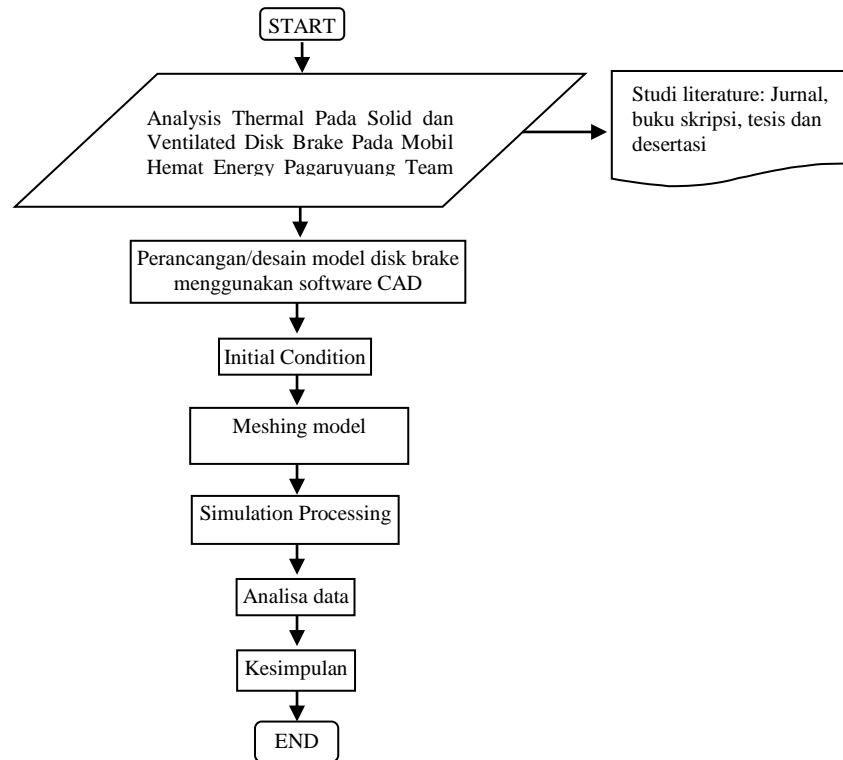


(i) (ii) (iii)  
 Gambar 2: Meshing process disk brake; (i) tipe solid, (ii) ventilated (circular hole), (iii) vanes type

Tabel 3 Meshing detail

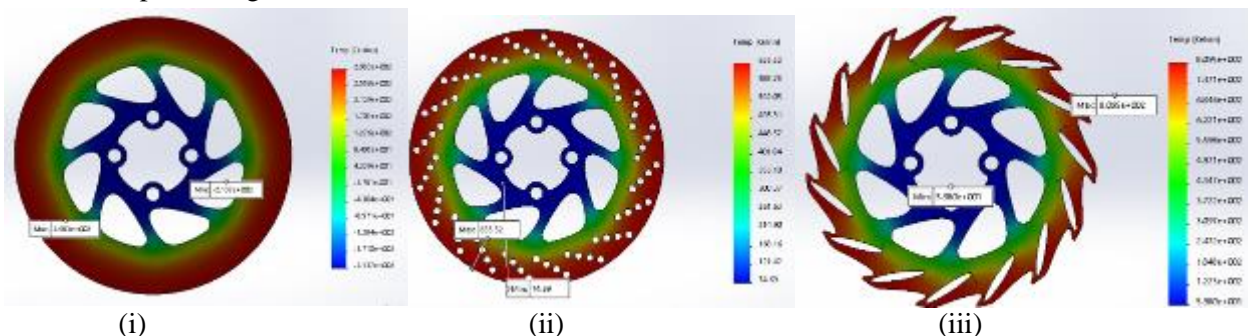
| Model                      | Element Total | Node number |
|----------------------------|---------------|-------------|
| Solid disk brake           | 3391          | 7572        |
| Ventilated (circular hole) | 9062          | 19611       |
| Vanes type                 | 3885          | 9311        |

Tingkat kerapatan meshing yang dilakukan berdampak terhadap lamanya waktu simulasi yang dilakukan. Semakin rapat pengaturan meshing maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi. Untuk lebih jelasnya, detail tahapan penelitian dapat dilihat pada flowchart berikut:



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil simulasi yang dilakukan terdapat perbedaan temperature maximum masing-masing desain disk brake. Disk brake dengan maximum temperature terendah merepresentasikan memiliki kemampuan melepas panas yang lebih baik. Berikut hasil simulasi thermal pada ketiga desain disk brake:

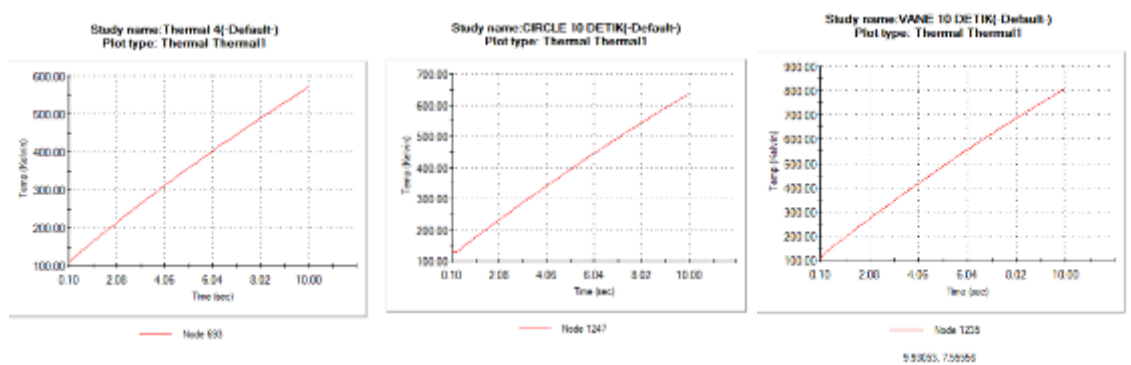


Gambar 3: Distribusi thermal pada disk brake; (i) tipe solid, (ii) ventilated (circular hole), (iii) vanes type

Mengacu kepada data simulasi diatas, dapat dilihat desain disk brake tipe ventilated (circular hole) memiliki kemampuan melepaskan panas yang lebih baik dimana max temperature diperoleh di angka 635.52<sup>0</sup> K. Angka ini lebih rendah dibanding tipe solid dan vane type dengan

nilai max temperature sebesar;  $570^0$  K dan  $809.5^0$ K. Jenis disk brake dengan vane type merupakan jenis disk brake dengan kemampuan panas paling buruk dimana max temperature yang diperoleh berada sekitar  $809.5^0$  K.

Data ini juga dapat dilihat pada grafik berikut:



(i) (ii) (iii)  
Gambar 4: Grafik Distribusi thermal pada disk brake; (i) tipe solid, (ii) ventilated (circular hole), (iii) vanes type

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi diatas maka dapat disimpulkan desain disk brake tipe ventilated (circular hole) merupakan tipe disk brake dengan kemampuan pelepasan panas yang paling baik. Ini terlihat dari nilai maximum temperature yang diperoleh akibat gesekan pad rem paling rendah jika dibandingkan dengan dua tipe lainnya dimana sebesar  $635.52^0$  K.

#### 5. SARAN

Penelitian ini diharapkan mampu berkontribusi kedalam proses pembuatan kendaraan mobil hemat energy UNP agar lebih baik kedepannya. Data simulasi desain pada penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian lanjutan/manufacturing system rem secara keseluruhan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan luaran dari unit kegiatan kemahasiswaan Universitas Negeri Padang yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Kami tim peneliti mengucapkan rasa terimakasih kepada segala pihak terkait terutama unit kegiatan kemahasiswaan Mobil Hemat Energy Universitas Negeri Padang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fadhil, H. Maksum, and W. Afnison, "Optimasi Electromagnetic Regenerative Shock Absorber (ERSA) Tipe Magnet Batang Alnico pada Suspensi Belakang Multi Purpose Vehicle (MPV)," *AEEJ J. Automot. Eng. Vocat. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–30, 2020.
- [2] W. Afnison, H. Maksum, and N. Hidayat, "The Effect of Vibration Energy Harvester Mechanism Toward the Shock Absorber Efficiency," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1594, no. 1, 2020.
- [3] Afnison W., Guntur H.L., "Study of Double Cylinder Actuator Regenerative Shock Absorber With Oil Viscosity Variations," *Semin. Nas. Teknol. ITN MALANG 2015*, vol. ISSN:2407-, no. ISSN:2407-7534, pp. 186–193, 2015.

- [4] Afnison W., Alwi E., Maksum H., Setiawan M.Y., "Development of the Electromagnetic Regenerative Shock Absorber as an Energy Harvesting Tool for Vehicles," *Motiv. J. Mech. Electr. Ind. Eng.*, vol. Volume : 1, no. Number : 3, 2019, pp. 71–82, 2019.
  - [5] Maksum H., Purwanto W., Afnison W., "DESIGN OF ELECTROMAGNETIC REGENERATIVE SHOCK ABSORBER AS A TOOL OF HARVESTING VIBRATION ENERGY ON VEHICLE," *Int. J. GEOMATE*, vol. 15, no. 50, pp. 1–7, 2018.
  - [6] Afnison W., Amin B., "DISTRIBUTION OF VISCOUS, FRICTION AND ELECTRIC DUMPING ON REGENERATIVE SHOCK ABSORBER (RSA) TYPE HYDRAULIC ELECTRO MECHANIC SHOCK ABSORBER (HEMSA)," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 45–51, 2017.
  - [7] W. Wagino, B. Amin, W. Afnison, and H. D. Saputra, "Program Pelatihan Sistem Electronic Fuel Injection (Efi) Mobil Bagi Siswa SMK N 1 Kecamatan Luak, Kabupaten 50 Kota," *Suluh Bendang J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 20, no. 1, p. 1, 2019.
  - [8] L. Tang and G. Wang, "Simulation analysis of train disc brake temperature field," *Proc. 2012 Int. Conf. Comput. Appl. Syst. Model. ICCASM 2012*, pp. 0718–0721, 2012.
  - [9] A. W. Hidayat N., Arif A., Setiawan M.Y., "Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Pemuda Putus Sekolah Melalui Pelatihan Perawatan Berkala Sepeda Motor," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 18, no. 2, pp. 83–90, 2018.
-