

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Gaya Rem

Perhitungan gaya rem ini dilakukan untuk mencari gaya rem pada bus yang sedang melaju kemudian di rem sampai berhenti, ini bisa diselesaikan dengan perubahan energi yang ada. Bus yang pertama kali bergerak ini memiliki energi kinetik, kemudian energi kinetik ini diubah menjadi usaha pengereman sampai berhenti. Untuk mengetahui berapa besar gaya pengereman yang terjadi, maka dapat menggunakan Persamaan (1) berikut ini :

$W = \text{Energi Kinetik}$

$$W = \frac{1}{2}mv^2$$

$W = \text{Usaha}$

$$W = Fs$$

Maka dapat digabungkan menjadi :

$$\frac{1}{2}mv^2 = Fs \tag{1}$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

$m = \text{massa (m)}$

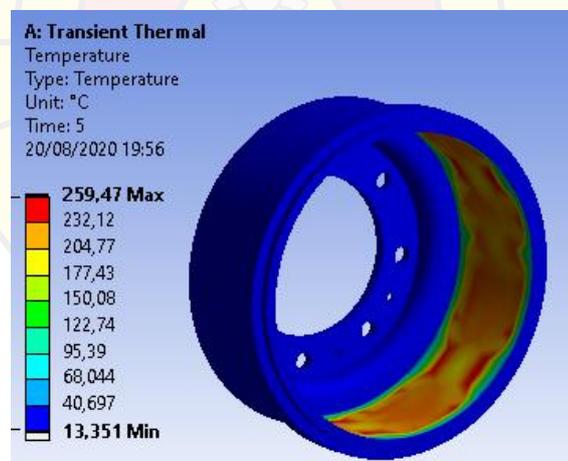
$v = \text{kecepatan (v)}$

$F = \text{gaya (N)}$

$s = \text{jarak (s)}$

4.2 Simulasi Temperatur Pada Drum Brake

Besar massa kendaraan yang ditahan oleh satu unit rem diasumsikan sebesar seperempat dari massa maksimum kendaraan yaitu seperempat dari 8.000 kg adalah sebesar 2.000 kg. Maka dari itu gaya normal roda terhadap permukaan jalan adalah 19.600 N. Batas maksimum kendaraan untuk kondisi jalan tol untuk kendaraan bus penumpang diasumsikan 100 km/h. Adapun persentase energi kinetic menjadi energi panas perkiraan 70%. Oleh karena itu energi kinetik yang ditahan oleh rem adalah 540.124 J. Lama waktu pengereman adalah 5 s. Maka daya pengereman adalah 108025 W dan besar heatflux adalah 1.239.042 W/m². Besar heatflux akan dimasukkan dalam data input simulasi transient termal software. Adapun hasil simulasi temperatur pada drum brake dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Kontur Temperatur Drum Brake (Max 259,47 °C)

Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa besar temperatur maksimum pada drum brake bisa mencapai 259,47 °C. Maka temperatur ini apabila dikonversi menjadi sumber energi listrik pada suatu kendaraan bus listrik memiliki potensi

yang besar. Pengolahan energi panas menjadi energi listrik bisa menggunakan teknologi generator termoelektrik. Pada artikel ini belum menampilkan bagaimana teknis pengolahan energi panas tersebut menjadi energi listrik, hal ini menjadi riset kedepannya bagaimana menerapkan energi panas tersebut. Kendaraan yang terus bergerak akan mengalami pengereman yang berulang ulang sehingga panas ini akan diperoleh selama satu rute perjalanan tertentu.

4.3 Proses Pengambilan Data

Adapun proses pengambilan data temperatur yang dihasilkan oleh sistem pengereman pada kendaraan bus listrik yaitu dengan cara sebagai berikut.

1. Gunakan generator termoelektrik untuk ditempelkan pada sisi roda, lalu direkatkan menggunakan lakban, agar tidak lepas pada saat roda berputar. Adapun generator termoelektrik ditempelkan pada sisi roda yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



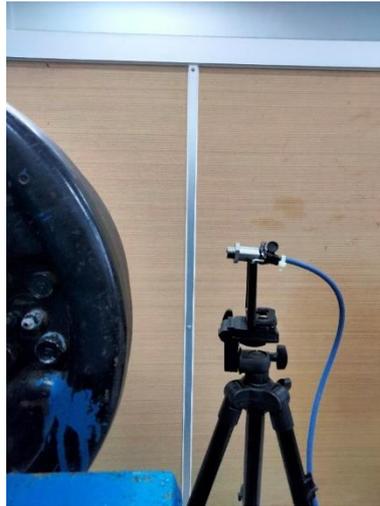
Gambar 4. 2 Generator termoelektrik ditempelkan pada sisi roda

2. Gunakan infrared sensor temperatur, objek yang pertama untuk diletakkan pada sisi samping roda yang berlubang. Adapun infrared sensor temperatur sensor pertama yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4. 3 Infrared sensor temperatur sensor pertama

3. Gunakan infrared sensor temperatur, objek yang kedua untuk diletakkan pada sisi depan roda. Adapun infrared sensor temperatur sensor kedua yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4. 4 Infrared sensor temperatur sensor kedua

4. Hidupkan control panel machine sampai roda berputar dengan cepat.
5. Lalu lakukan pengereman setiap 10 detik sekali selama 5 menit, sampai menghasilkan panas akibat gesekan roda dengan rem.
6. Pada pengereman terakhir segera matikan control panel machine dan lakukan pengambilan data temperatur dengan menggunakan multimeter digital yang disambungkan ke generator termoelektrik. Adapun pengambilan data temperatur yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut.

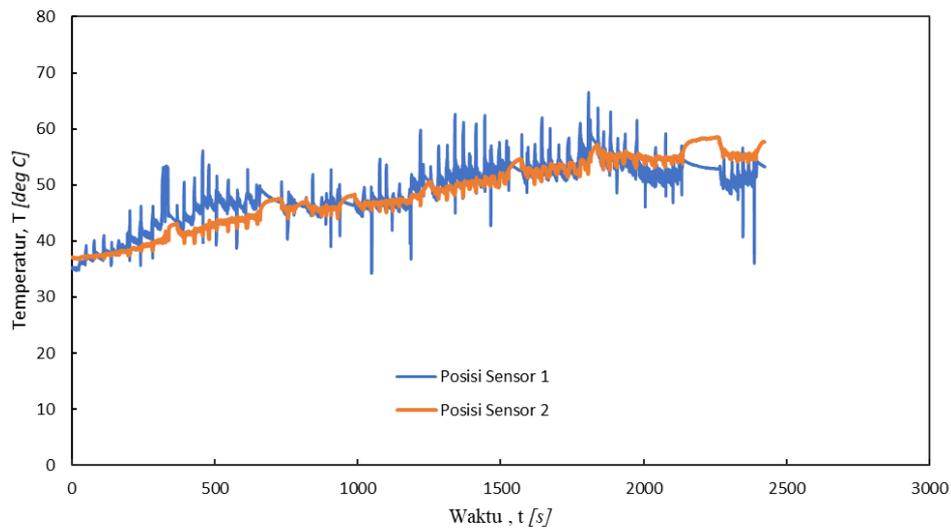


Gambar 4. 5 Pengambilan data temperatur

7. Lalu segera tulis hasil data tersebut di buku agar tidak lupa dan tidak bertumpuk hasilnya.
8. Lalu lakukan itu selama berulang kali sampai mendapatkan hasil data yang di inginkan. *

4.4 Hasil Pengukuran Temperatur Rem

Adapun hasil pengukuran temperatur rem pada bus listrik dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4. 6 Grafik hasil pengukuran temperatur rem

Dari hasil pengukuran temperatur rem dalam bentuk grafik pada bus listrik diatas dapat disimpulkan bahwa, posisi sensor 1 lebih sensitive terhadap perubahan temperatur drum brake ketika dilakukan pengereman berulang. Maka analisis korelasi temperatur terhadap energi listrik digunakan hasil pengukuran dari sensor 1.

4.5 Hasil Pengujian Tegangan Dengan Metode *Repeated Braking*

Adapun hasil pengujian tegangan dengan metode *repeated braking* yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

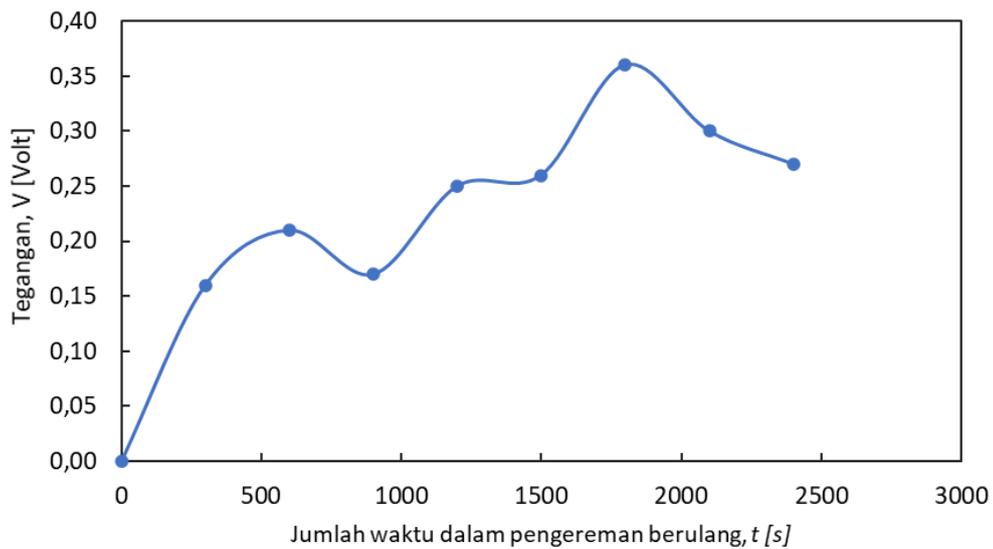
Tabel 4.1 Hasil pengujian tegangan dengan metode *repeated braking*

| Waktu (WIB) | Detik | Menit | Tegangan (Volt) |
|--------------------|--------------|--------------|------------------------|
| 15:52 | 0 | 0 | 0,00 |
| 15:57 | 300 | 5 | 0,16 |
| 16:02 | 600 | 10 | 0,21 |
| 16:07 | 900 | 15 | 0,17 |
| 16:12 | 1200 | 20 | 0,25 |
| 16:17 | 1500 | 25 | 0,26 |
| 16:22 | 1800 | 30 | 0,36 |
| 16:27 | 2100 | 35 | 0,30 |
| 16:32 | 2400 | 40 | 0,27 |

Dari hasil pengujian tegangan dengan metode *repeated braking* di atas dapat di simpulkan bahwa temperatur minimum yang dihasilkan dari pengereman yaitu tegangan sebesar 0,16 volt dengan waktu selama 5 menit. Sedangkan temperatur maksimum yang dihasilkan dari pengereman yaitu tegangan sebesar 0,36 volt dengan waktu selama 30 menit.

4.6 Hasil Pengukuran Tegangan Dari Generator Termoelektrik

Adapun hasil pengukuran tegangan dari generator termoelektrik dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut.

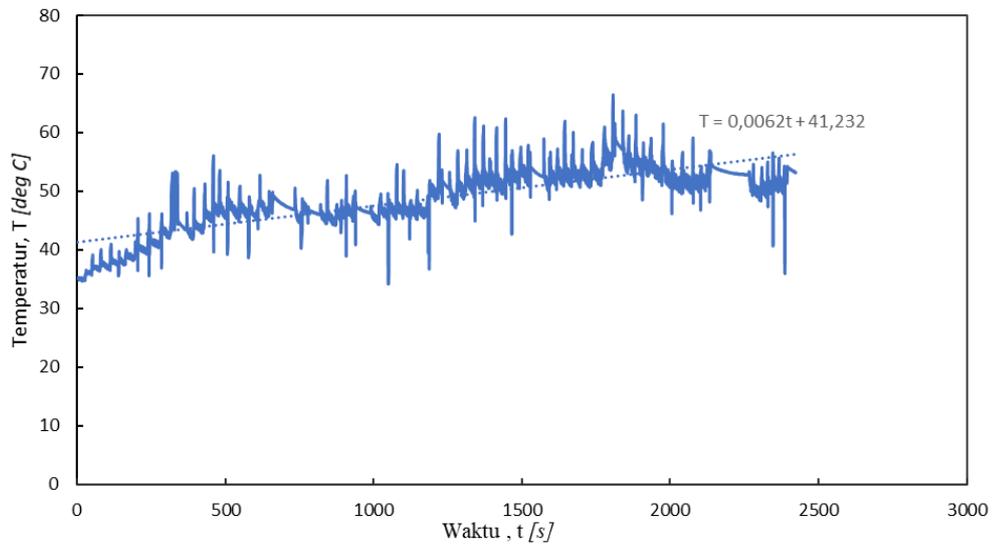


Gambar 4. 7 Grafik hasil pengukuran tegangan dari generator termoelektrik

Dari hasil pengukuran tegangan dari generator termoelektrik dalam bentuk grafik di atas dapat disimpulkan bahwa temperatur minimum yang dihasilkan dari pengereman yaitu tegangan sebesar 0,16 volt dengan waktu selama 5 menit. Sedangkan temperatur maksimum yang dihasilkan dari pengereman yaitu tegangan sebesar 0,36 volt dengan waktu selama 30 menit.

4.7 Hasil Pengujian Temperatur Terhadap Waktu

Adapun hasil pengujian temperatur terhadap waktu pada bus listrik dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.8 sebagai berikut.



Gambar 4. 8 Grafik hasil pengujian temperatur terhadap waktu

Dari hasil pengujian temperatur terhadap waktu dalam bentuk grafik diatas dapat disimpulkan bahwa korelasi temperatur terhadap waktu pengujian ketika pengereman berulang dapat dibuat dalam bentuk persamaan linier.

Yaitu :

$$T = 0,0062t + 41,232$$

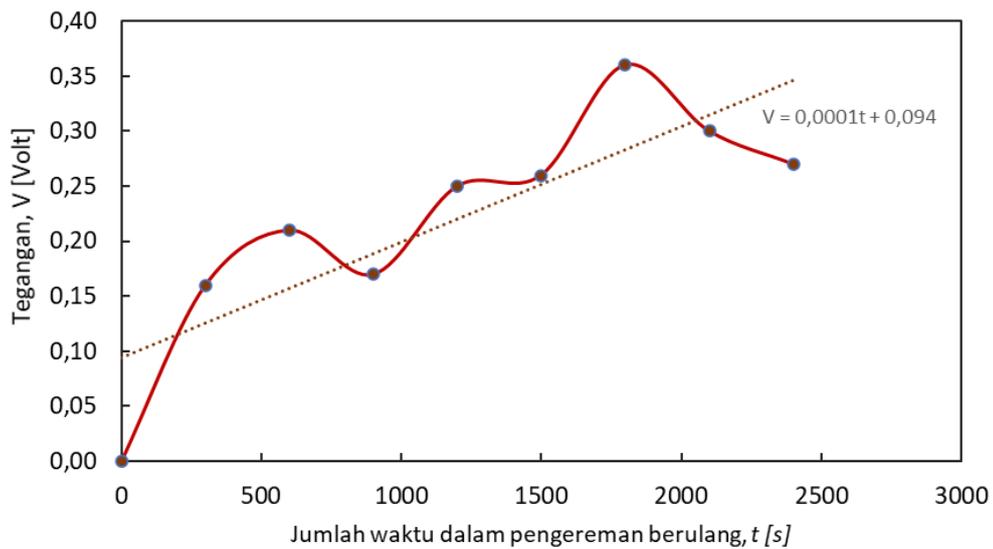
Dimana :

T = Temperatur, T [deg C]

t = Waktu , t [s]

4.8 Hasil Pengujian Tegangan Terhadap Waktu

Adapun hasil pengujian tegangan terhadap waktu pada bus listrik dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 sebagai berikut.



Gambar 4. 9 Grafik hasil pengujian tegangan terhadap waktu

Dari hasil pengujian tegangan terhadap waktu dalam bentuk grafik diatas dapat disimpulkan bahwa korelasi tegangan terhadap waktu pengujian ketika pengereman berulang dapat dibuat dalam bentuk persamaan linier.

Yaitu :

$$V = 0,0001 t + 0,094$$

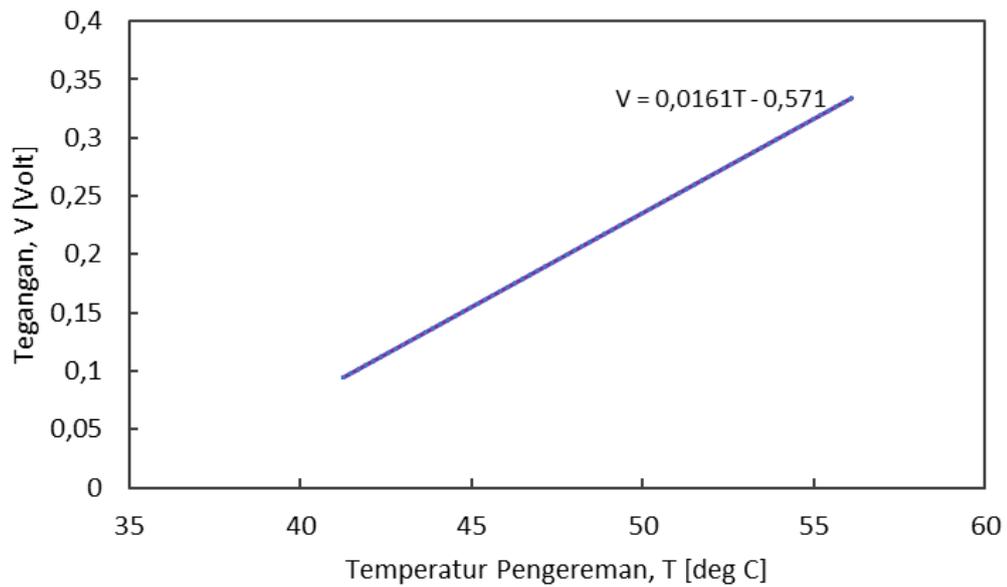
Dimana :

V = Tegangan, V [Volt]

t = Waktu, t [s]

4.9 Korelasi temperatur pengereman dengan tegangan

Adapun hasil korelasi antara temperatur pengereman dengan tegangan pada bus listrik dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4. 10 Grafik korelasi antara temperatur pengereman dengan tegangan

Dari hasil korelasi antara temperatur pengereman dengan tegangan dalam bentuk grafik diatas dapat disimpulkan bahwa korelasi temperatur pada rem terhadap tegangan yang dihasilkan dapat dibuat dengan pendekatan persamaan linier.

Yaitu :

$$V = 0,0161 T - 0,571$$

Dimana :

$$V = \text{Tegangan , V [Volt]}$$

$$T = \text{Temperatur rem , T [deg C]}$$