

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rancang Bangun *Electric Oven Furnace*

Hasil rancang bangun *micro electric oven furnace* meliputi pemeriksaan fisik alat, prosedur penggunaan alat, dan pengujian laju pemanasan.

Tabel 4.1 Spesifikasi *electric oven furnace*

Properti	Keterangan
Ukuran ruang pemanas	320 x 155 x 260 mm
Temperatur kerja	450°C
Maksimum temperatur	500°C
Akurasi suhu	±1 °C
Voltase	220 V, 1 fasa
Dimensi luar	510 x 530 x 450 mm

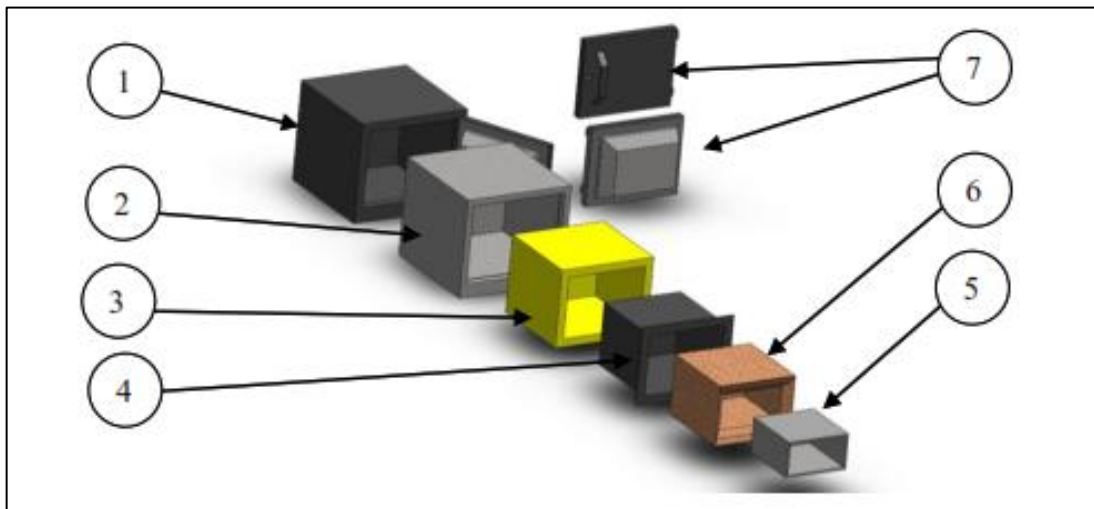
4.1.1 Dimensi Ruang Pemanas

Ruang pemanas merupakan bagian dari oven yang memiliki fungsi sebagai bagian yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan spesimen. Dimensi dari ruang pemanas pada hasil rancang bangun *electric oven furnace* berukuran sebagai berikut :

Panjang : 290 mm; Lebar : 290 mm; Tinggi : 150 mm

4.1.2 Spesifikasi Dinding Oven

Bagian yang berfungsi sebagai penahan panas dalam oven yaitu lapisan *refractory*, lapisan ini terdiri dari berbagai jenis material yang disusun secara berlapis sehingga menjadi dinding pada *electric oven furnace*. Pada gambar 4.1 merupakan gambar dari setiap lapisan yang ada pada *electric oven furnace*.



Gambar 4.1 Spesifikasi dinding *electric oven furnace*

Berikut ini adalah tabel spesifikasi dinding *electric oven furnace*.

Tabel 4.2 Spesifikasi dinding *electric oven furnace*

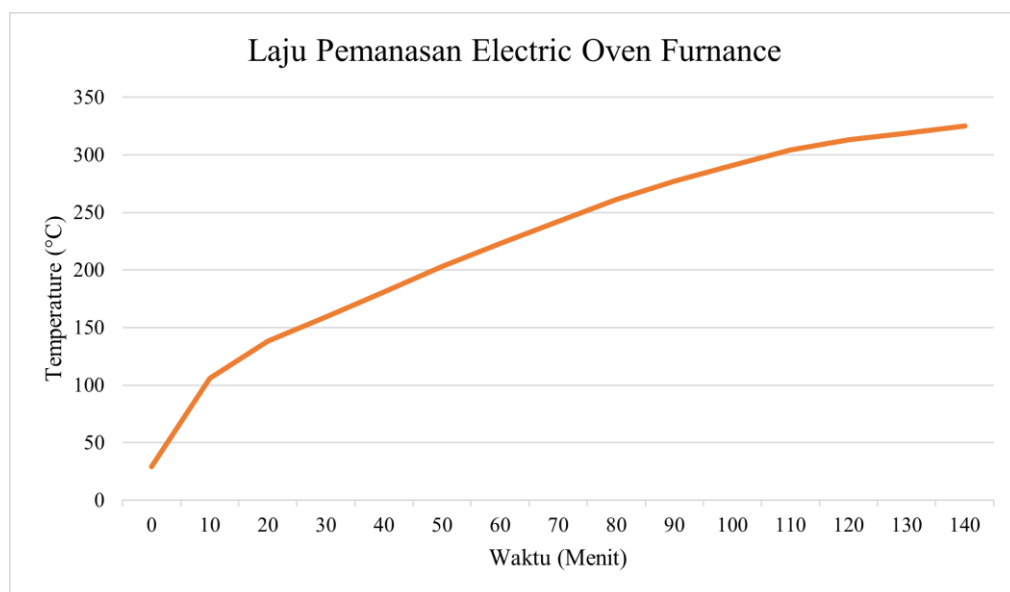
Lapisan ke-	Jenis material	Ketebalan
1	<i>Mild steel sheet</i>	3,5 mm
2	Semen castable LCC-16	20 mm
3	<i>Refractory rockwool</i>	20 mm
4	<i>Mild steel sheet</i>	3,5 mm
5	<i>Refractory bata api SK-34</i>	65 mm
6	Semen castable LCC-16	20 mm

4.1.3 Prosedur Penggunaan *Electric Oven Furnace*

1. Pastikan MCB yang digunakan minimal 16A, dan posisikan ON.
2. Pastikan kabel striker terpasang pada sumber listrik.
3. Menghidupkan ruang pemanas oven dengan menekan saklar kebawah, jika lampu indikator hijau sudah menyala maka tandanya ruang pemanas sudah *disetting* pada *thermocontrol*.
4. Tekan *set* untuk *setting* temperatur yang diinginkan, lalu tekan tanda ▲ untuk menaikkan suhu, dan tanda ▼ untuk menurunkan suhu. Bila ingin menaikkan angka dari satuan ke puluhan maupun ke ratusan tekan tombol ◀ dan lihat pada layar *display* pergerakan kursor angka lalu tekan *set* sebagai entri pengaturan suhu yang diprogramkan dan penanda bahwa *heater* sudah menyala.
5. Mematikan tungku dengan cara *set* suhu pada angka 0, setelah *heater* kondisi mati maka tekan keatas saklar jika lampu indikator padam maka panel akan off atau mati.

4.1.4 Hasil Pengujian Laju Pemanasan

Alat pemanas digunakan dalam proses perlakuan sifat logam pada spesimen. Dalam hasil pengujian ini dilakukan menggunakan *stopwatch* untuk menghasilkan data dari kelajuan pencapaian suhu (*heat transfer*) *electric oven furnace* ini dengan satuan °C/s. setelah itu didapatkan data kecepatan pencapaian suhu pada *electric oven furnace* sebagai berikut:



Gambar 4.2 Pengujian laju pemanasan

Berdasarkan grafik laju pemanasan pada gambar 4.2 didapatkan data bahwa pada 10 menit pertama temperatur ruang *electric oven furnace* sudah mencapai 106 °C, pada menit ke-20 dapat mencapai 138 °C, pada menit ke-30 mencapai 159 °C, pada menit ke-60 mencapai 223 °C, pada menit ke-100 mencapai 291 °C, dan pada menit ke-140 mencapai temperatur 325 °C. Bisa disimpulkan bahwa oven tersebut mampu mencapai temperatur 325 °C dengan waktu pemanasan selama 140 menit atau 2 jam 20 menit. Sedangkan untuk laju pemanasannya sendiri pada awal dapat mencapai kenaikan 77 °C pada 10 menit pertama, dan mengalami

penurunan drastis 32 °C pada 10 menit berikutnya, lalu pada menit ke-30 mengalami penurunan 21 °C, dan terus menurun hingga 6 °C pada menit ke-140.

4.2 Analisa Perpindahan Panas

Analisis untuk perhitungan perpindahan panas (*Heat Transfer*) pada permukaan sisi aluminium 7075 saja. Berdasarkan variasi temperatur *annealing* dengan waktu penahanan masing-masing temperatur selama 1 jam. Perpindahan panas pada satu sisi aluminium dinyatakan sebagai berikut :

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

Pada perhitungan laju perpindahan panas setiap sisi permukaan aluminium memerlukan data pendukung untuk mengetahui hasil laju perpindahan panas yang terjadi yang didapatkan dari pengukuran dimensi maupun pengukuran temperatur setiap sisi aluminium.

Tabel 4.3 Data pengukuran temperature setelah *heat treatment* annealing

Bagian	Temperature (°C)			Luar
	275°C	300°C	325°C	
Depan	268,2	294,5	318,4	30,8
Belakang	272,8	296,2	321,6	
Kanan	269,6	295,7	317,8	
Kiri	269,7	293,9	318,5	
Atas	271,3	296	319,3	
Bawah	264,7	291,4	315,1	

4.2.1 Laju Perpindahan Panas Aluminium Pada Temperatur 275°C

Laju perpindahan panas pada temperatur 275°C dinyatakan sebagai perpindahan panas konveksi, sebagai berikut :

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

4.2.1.1 Laju Perpindahan Panas Sisi Depan (Q_{loss1})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi depan dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan 30,8°C dan temperatur sisi depan 268,2°C dengan H/L aluminium 0,01m/0,02m.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{541,35 + 303,95}{2} = 422,65 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 422,65 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,74 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,37 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,704$$

$$\beta = 1/422,65^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{422,65} \right) (541,35 - 303,95)(0,01)^3}{(2,74 \cdot 10^{-5})^2} 0,704$$

$$Ra_L = 5,16 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (5,16 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,704)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,72$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,72 \times 3,37 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 15,9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi depan

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 15,9 \cdot 0,0002 (541,35 - 303,95)$$

$$q_x = 0,76 \text{ W}$$

4.2.1.2 Laju Perpindahan Panas Sisi Belakang ($Q_{\text{loss}2}$)

Mencari koefisien konveksi (h) sisi belakang dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi belakang $272,8^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,01\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{545,95 + 303,95}{2} = 424,95 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 424,95$ °K, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,86 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,44 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$Pr = 0,702$$

$$\beta = 1/424,95^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} Pr$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{424,95} \right) (545,95 - 303,95)(0,01)^3}{(2,86 \cdot 10^{-5})^2} 0,702$$

$$Ra_L = 4,79 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,79 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,702)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,64$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,64 \times 3,44 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 15,9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung qloss pada sisi belakang

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 15,9 \cdot 0,0002 (545,95 - 303,95)$$

$$q_x = 0,77 \text{ W}$$

4.2.1.3 Laju Perpindahan Panas Sisi Kanan (Q_{loss3})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi kanan dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi kanan $269,6^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,01\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{542,75 + 303,95}{2} = 423,35^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 423,35^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,86 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,44 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,702$$

$$\beta = 1/423,35^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{423,35} \right) (542,75 - 303,95)(0,01)^3}{(2,86 \cdot 10^{-5})^2} 0,702$$

$$Ra_L = 4,74 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1+(0,492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,74 \times 10^3)^{1/6}}{[1+(0,492/0,702)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,63$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,63 \times 3,44 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 15,9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung qloss pada sisi kanan

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 15,9 \cdot 0,0002 (542,75 - 303,95)$$

$$q_x = 0,76 \text{ W}$$

4.2.1.4 Laju Perpindahan Panas Sisi Kiri (Q_{loss4})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi kiri dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan 30,8°C dan temperatur sisi kiri 269,7°C dengan H/L aluminium 0,01m/0,02m.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{542,85 + 303,95}{2} = 423,4 \text{ }^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 423,4 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,86 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,44 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,702$$

$$\beta = 1/423,4^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{423,4} \right) (542,85 - 303,95)(0,01)^3}{(2,86 \cdot 10^{-5})^2} 0,702$$

$$Ra_L = 4,75 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/\text{Pr})^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,75 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,702)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,63$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,63 \times 3,44 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 15,9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung qloss pada sisi kiri

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 15,9 \cdot 0,0002 (542,85 - 303,95)$$

$$q_x = 0,76 \text{ W}$$

4.2.1.5 Laju Perpindahan Panas Sisi Atas (Q_{loss5})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi atas dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi atas $271,3^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,02\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{544,45 + 303,95}{2} = 424,2^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 424,2^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,86 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,44 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,702$$

$$\beta = 1/424,2^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{424,2}\right) (544,45 - 303,95)(0,02)^3}{(2,86 \cdot 10^{-5})^2} 0,702$$

$$Ra_L = 3,81 \times 10^4$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai $10^4 - 10^5 Ra_L$

$$\begin{aligned} N_{UL} &= 0,15 Ra_L^{1/3} \\ N_{UL} &= 0,15 (3,81 \times 10^4)^{1/3} \\ &= 5,05 \end{aligned}$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{5,05 \times 3,44 \cdot 10^{-2}}{0,02} = 8,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi atas

$$\begin{aligned} q_x &= h \cdot A (T_s - T_{\infty}) \\ &= 8,6 \cdot 0,0004 (544,45 - 303,95) \end{aligned}$$

$$q_x = 0,84 \text{ W}$$

4.2.1.6 Laju Perpindahan Panas Sisi Bawah (Q_{loss6})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi bawah dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi bawah $264,7^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,02\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_{\infty}}{2} = \frac{537,85 + 303,95}{2} = 420,9 \text{ }^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 420,9 \text{ }^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,74 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,37 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,704$$

$$\beta = 1/420,9^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{420,9} \right) (537,85 - 303,95)(0,02)^3}{(2,74 \cdot 10^{-5})^2} 0,704$$

$$Ra_L = 4,08 \times 10^4$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai $10^4 - 10^7 Ra_L$

$$N_{UL} = 0,27 Ra_L^{1/3}$$

$$N_{UL} = 0,27 (4,08 \times 10^4)^{1/3}$$

$$= 9,37$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{9,37 \times 3,37 \cdot 10^{-2}}{0,02} = 15,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi bawah

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 15,8 \cdot 0,0004 (537,85 - 303,95)$$

$$q_x = 1,48 \text{ W}$$

4.2.2 Laju Perpindahan Panas Aluminium Pada Temperatur 300°C

Laju perpindahan panas pada temperatur 300°C dinyatakan sebagai perpindahan panas konveksi, sebagai berikut :

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

4.2.2.1 Laju Perpindahan Panas Sisi Depan (Q_{loss7})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi depan dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan 30,8°C dan temperatur sisi depan 294,5°C dengan H/L aluminium 0,01m/0,02m.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{567,65 + 303,95}{2} = 435,8 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 435,8 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,51 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,701$$

$$\beta = 1/435,8^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{435,8} \right) (567,65 - 303,95)(0,01)^3}{(2,97 \cdot 10^{-5})^2} 0,701$$

$$Ra_L = 4,71 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,71 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,701)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,63$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,63 \times 3,51 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 16,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi depan

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_{\infty})$$

$$= 16,2 \cdot 0,0002 (567,65 - 303,95)$$

$$q_x = 0,85 \text{ W}$$

4.2.2.2 Laju Perpindahan Panas Sisi Belakang (Q_{loss8})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi belakang dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi belakang $296,2^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,01\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_{\infty}}{2} = \frac{569,35 + 303,95}{2} = 436,65 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 436,65 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,51 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,701$$

$$\beta = 1/436,65^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{436,65} \right) (569,35 - 303,95)(0,01)^3}{(2,97 \cdot 10^{-5})^2} 0,701$$

$$Ra_L = 4,74 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/\text{Pr})^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,74 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,701)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,64$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,64 \times 3,51 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 16,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung qloss pada sisi belakang

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 16,2 \cdot 0,0002 (569,35 - 303,95)$$

$$q_x = 0,86 \text{ W}$$

4.2.2.3 Laju Perpindahan Panas Sisi Kanan (Q_{loss9})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi kanan dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi kanan $295,7^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,01\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{568,85 + 303,95}{2} = 436,4 \text{ }^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 436,4 \text{ }^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,51 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,701$$

$$\beta = 1/436,4^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{436,4} \right) (568,85 - 303,95)(0,01)^3}{(2,97 \cdot 10^{-5})^2} 0,701$$

$$Ra_L = 4,73 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1+(0,492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,73 \times 10^3)^{1/6}}{[1+(0,492/0,701)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,63$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,63 \times 3,51 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 16,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi kanan

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_{\infty})$$

$$= 16,3 \cdot 0,0002 (568,85 - 303,95)$$

$$q_x = 0,86 \text{ W}$$

4.2.2.4 Laju Perpindahan Panas Sisi Kiri (Q_{loss10})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi kiri dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^{\circ}\text{C}$ dan temperatur sisi kiri $293,9^{\circ}\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,01\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_{\infty}}{2} = \frac{567,05 + 303,95}{2} = 435,5^{\circ}\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 435,5 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,51 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,701$$

$$\beta = 1/435,5^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{435,5} \right) (567,05 - 303,95)(0,01)^3}{(2,97 \cdot 10^{-5})^2} 0,701$$

$$Ra_L = 4,71 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua rentan nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/\text{Pr})^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,71 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,701)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,63$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,63 \times 3,51 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 16,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung qloss pada sisi kiri

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 16,2 \cdot 0,0002 (567,05 - 303,95)$$

$$q_x = 0,85 \text{ W}$$

4.2.2.5 Laju Perpindahan Panas Sisi Atas (Q_{loss11})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi atas dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi atas 296°C dengan H/L aluminium $0,02\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{569,15 + 303,95}{2} = 436,55^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 436,55^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,51 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,701$$

$$\beta = 1/436,55^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{436,55} \right) (569,15 - 303,95)(0,02)^3}{(2,97 \cdot 10^{-5})^2} \cdot 0,701$$

$$Ra_L = 3,79 \times 10^4$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai $10^4 - 10^5 \text{ } Ra_L$

$$\begin{aligned} N_{UL} &= 0,15 Ra_L^{1/3} \\ N_{UL} &= 0,15 (3,79 \times 10^4)^{1/3} \\ &= 5,04 \end{aligned}$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{5,04 \times 3,51 \cdot 10^{-2}}{0,02} = 8,84 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi atas

$$\begin{aligned} q_x &= h \cdot A (T_s - T_{\infty}) \\ &= 8,84 \cdot 0,0004 (569,15 - 303,95) \end{aligned}$$

$$q_x = 0,94 \text{ W}$$

4.2.2.6 Laju Perpindahan Panas Sisi Bawah ($Q_{\text{loss}2}$)

Mencari koefisien konveksi (h) sisi bawah dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi bawah $291,4^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,02\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_{\infty}}{2} = \frac{564,55 + 303,95}{2} = 434,25 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 434,25 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 2,97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,51 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,701$$

$$\beta = 1/434,25^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{434,25} \right) (564,55 - 303,95)(0,02)^3}{(2,97 \cdot 10^{-5})^2} 0,701$$

$$Ra_L = 3,74 \times 10^4$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai $10^4 - 10^7 Ra_L$

$$N_{UL} = 0,27 Ra_L^{1/3}$$

$$N_{UL} = 0,27 (3,74 \times 10^4)^{1/3}$$

$$= 9,03$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{9,03 \times 3,51 \cdot 10^{-2}}{0,02} = 15,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi bawah

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 15,8 \cdot 0,0004 (564,55 - 303,95)$$

$$q_x = 1,65 \text{ W}$$

4.2.3 Laju Perpindahan Panas Aluminium Pada Temperatur 325°C

Laju perpindahan panas pada temperatur 325°C dinyatakan sebagai perpindahan panas konveksi, sebagai berikut :

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

4.2.3.1 Laju Perpindahan Panas Sisi Depan (Q_{loss13})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi depan dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan 30,8°C dan temperatur sisi depan 318,4°C dengan H/L aluminium 0,01m/0,02m.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{591,55 + 303,95}{2} = 447,75 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 447,75 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 3,09 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,57 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,7003$$

$$\beta = 1/447,75^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{447,75} \right) (591,55 - 303,95)(0,01)^3}{(3,09 \cdot 10^{-5})^2} 0,7003$$

$$Ra_L = 4,62 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,62 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,7003)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,61$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,61 \times 3,57 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 16,4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi depan

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_{\infty})$$

$$= 16,4 \cdot 0,0002 (591,55 - 303,95)$$

$$q_x = 0,94 \text{ W}$$

4.2.3.2 Laju Perpindahan Panas Sisi Belakang (Q_{loss14})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi belakang dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi belakang $321,6^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,01\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_{\infty}}{2} = \frac{594,75 + 303,95}{2} = 449,35^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 449,35$ °K, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 3,15 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,61 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$Pr = 0,7003$$

$$\beta = 1/449,35^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} Pr$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{449,35} \right) (594,75 - 303,95)(0,01)^3}{(3,15 \cdot 10^{-5})^2} 0,7003$$

$$Ra_L = 4,48 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,48 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,7003)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,58$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,58 \times 3,61 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 16,5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung qloss pada sisi belakang

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 16,5 \cdot 0,0002 (594,75 - 303,95)$$

$$q_x = 0,96 \text{ W}$$

4.2.3.3 Laju Perpindahan Panas Sisi Kanan (Q_{loss15})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi kanan dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi kanan $317,8^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,01\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{590,95 + 303,95}{2} = 447,45^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 447,45^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 3,09 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,57 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,7003$$

$$\beta = 1/447,45^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{447,45} \right) (590,95 - 303,95)(0,01)^3}{(3,09 \cdot 10^{-5})^2} 0,7003$$

$$Ra_L = 4,61 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1+(0,492/Pr)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,61 \times 10^3)^{1/6}}{[1+(0,492/0,7003)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,61$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,61 \times 3,57 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 16,5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi kanan

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_{\infty})$$

$$= 16,5 \cdot 0,0002 (590,95 - 303,95)$$

$$q_x = 0,95 \text{ W}$$

4.2.3.4 Laju Perpindahan Panas Sisi Kiri (Q_{loss16})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi kiri dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi kiri $318,5^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,01\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_{\infty}}{2} = \frac{591,65 + 303,95}{2} = 447,8^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 447,8 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 3,09 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,57 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,7003$$

$$\beta = 1/447,8^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{447,8} \right) (591,65 - 303,95)(0,01)^3}{(3,09 \cdot 10^{-5})^2} \cdot 0,7003$$

$$Ra_L = 4,62 \times 10^3$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai Ra_L

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{[1 + (0,492/\text{Pr})^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$N_{UL} = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \cdot (4,62 \times 10^3)^{1/6}}{[1 + (0,492/0,7003)^{9/16}]^{8/27}} \right\}^2$$

$$= 4,61$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,61 \times 3,57 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 16,4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung qloss pada sisi kiri

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 16,4 \cdot 0,0002 (591,65 - 303,95)$$

$$q_x = 0,94 \text{ W}$$

4.2.3.5 Laju Perpindahan Panas Sisi Atas (Q_{loss17})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi atas dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi atas $319,3^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,02\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2} = \frac{592,45 + 303,95}{2} = 448,2 \text{ }^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 448,2 \text{ }^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 3,15 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,61 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,7003$$

$$\beta = 1/448,2^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{448,2}\right) (592,45 - 303,95)(0,02)^3}{(3,15 \cdot 10^{-5})^2} \cdot 0,7003$$

$$Ra_L = 3,56 \times 10^4$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai $10^4 - 10^5 Ra_L$

$$\begin{aligned} N_{UL} &= 0,15 Ra_L^{1/3} \\ N_{UL} &= 0,15 (3,56 \times 10^4)^{1/3} \\ &= 4,93 \end{aligned}$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{4,93 \times 3,61 \cdot 10^{-2}}{0,02} = 8,91 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung q_{loss} pada sisi atas

$$\begin{aligned} q_x &= h \cdot A (T_s - T_{\infty}) \\ &= 8,91 \cdot 0,0004 (592,45 - 303,95) \end{aligned}$$

$$q_x = 1,03 \text{ W}$$

4.2.3.6 Laju Perpindahan Panas Sisi Bawah (Q_{loss18})

Mencari koefisien konveksi (h) sisi bawah dengan asumsi kondisi steady state, udara gas ideal, pada temperatur lingkungan $30,8^\circ\text{C}$ dan temperatur sisi bawah $315,1^\circ\text{C}$ dengan H/L aluminium $0,02\text{m}/0,02\text{m}$.

$$T_f = \frac{T_s + T_{\infty}}{2} = \frac{588,25 + 303,95}{2} = 446,1 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Properti yang didapat dari $T_f = 446,1 \text{ } ^\circ\text{K}$, sehingga dapat diketahui properti fluida dari *Appendix A.15* dari buku *heat transfer a practical approach*, dan menggunakan metode interpolasi, yaitu:

$$\nu = 3,09 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 3,57 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK}$$

$$\text{Pr} = 0,7003$$

$$\beta = 1/446,1^\circ\text{K}$$

Angka Rayleigh :

$$Ra_L = g\beta \frac{(T_s - T_\infty)L^3}{\nu^2} \text{Pr}$$

$$Ra_L = \frac{(9,81) \left(\frac{1}{446,1}\right) (588,25 - 303,95)(0,02)^3}{(3,09 \cdot 10^{-5})^2} 0,7003$$

$$Ra_L = 3,67 \times 10^4$$

Setelah *Rayleigh number* sudah diketahui maka *Nusselt number* bisa dicari menggunakan rumus berikut untuk semua *rentan* nilai $10^4 - 10^7 Ra_L$

$$N_{UL} = 0,27 Ra_L^{1/3}$$

$$N_{UL} = 0,27 (3,67 \times 10^4)^{1/3}$$

$$= 8,97$$

$$h = N_{UL} \frac{k}{L} = \frac{8,97 \times 3,57 \cdot 10^{-2}}{0,02} = 16,01 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Menghitung *qloss* pada sisi bawah

$$q_x = h \cdot A (T_s - T_\infty)$$

$$= 16,01 \cdot 0,0004 (588,25 - 303,95)$$

$$q_x = 1,82 \text{ W}$$

4.3 Total Heat Loss Setiap Sisi Aluminium

Heat loss aluminium pada temperatur 275°C adalah total keseluruhan Q_{loss} pada setiap sisi aluminium.

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{loss1}} + Q_{\text{loss2}} + Q_{\text{loss3}} + Q_{\text{loss4}} + Q_{\text{loss5}} + Q_{\text{loss6}} \\ &= 0,76 + 0,77 + 0,76 + 0,76 + 0,84 + 1,48 \\ &= 5,37 \text{ W} \end{aligned}$$

Heat loss aluminium pada temperatur 300°C adalah total keseluruhan Q_{loss} pada setiap sisi aluminium.

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{loss7}} + Q_{\text{loss8}} + Q_{\text{loss9}} + Q_{\text{loss10}} + Q_{\text{loss11}} + Q_{\text{loss12}} \\ &= 0,85 + 0,86 + 0,86 + 0,85 + 0,94 + 1,65 \\ &= 6,01 \text{ W} \end{aligned}$$

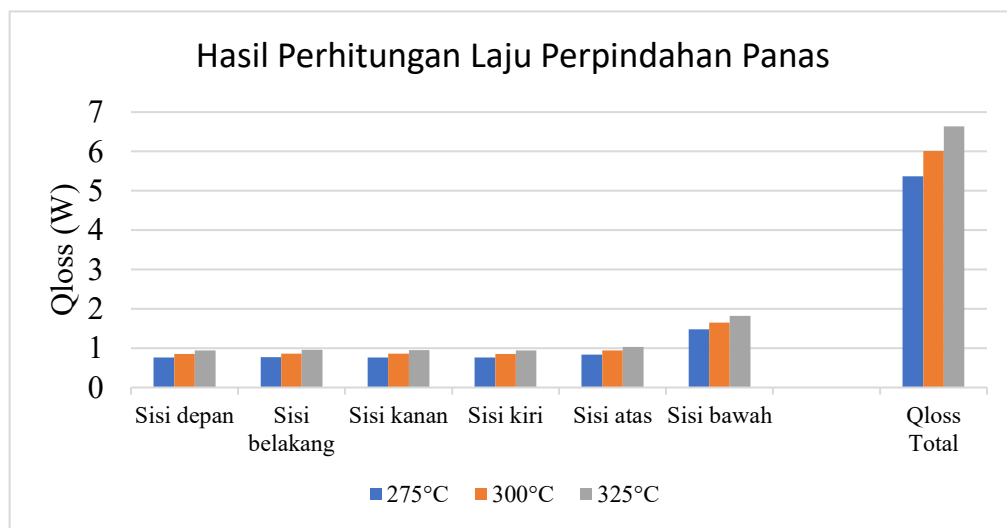
Heat loss aluminium pada temperatur 325°C adalah total keseluruhan Q_{loss} pada setiap sisi aluminium.

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{loss13}} + Q_{\text{loss14}} + Q_{\text{loss15}} + Q_{\text{loss16}} + Q_{\text{loss17}} + Q_{\text{loss18}} \\ &= 0,94 + 0,96 + 0,95 + 0,94 + 1,03 + 1,82 \\ &= 6,64 \text{ W} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Laju Perpindahan Panas

Sisi	Qloss (W)		
	275°C	300°C	325°C
Sisi depan	0,76	0,85	0,94
Sisi belakang	0,77	0,86	0,96
Sisi kanan	0,76	0,86	0,95
Sisi kiri	0,76	0,85	0,94
Sisi atas	0,84	0,94	1,03
Sisi bawah	1,48	1,65	1,82
Qloss Total	5,37	6,01	6,64

Setelah melakukan perhitungan laju perpindahan panas didapatkan nilai Qloss tiap sisi aluminium, maka nilai Qloss total aluminium setiap variasi temperatur dapat diketahui dengan menjumlah Qloss tiap sisi aluminium. Qloss total tertinggi terdapat pada temperatur 325°C yaitu 6,64 W.



Gambar 4.3 Perhitungan Laju Perpindahan Panas

Dari gambar 4.3 diatas didapatkan bahwa semakin tinggi temperatur aluminium semakin tinggi juga Qloss nya.

4.4 Perhitungan Daya Yang Dibutuhkan

Perhitungan pada daya listrik dilakukan untuk menentukan jumlah daya sumber pemanas pada *electric oven furnace* dalam hal ini yaitu *heater*. Properti yang digunakan dalam perhitungan daya heater yaitu nilai voltase dan ampere yang diukur menggunakan power meter.

$$\begin{aligned} P &= V.I \\ &= 220 \cdot 11,33 \\ &= 2492,6 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sebelum menghitung daya yang dibutuhkan untuk memanaskan aluminium 7075 dengan berat 0,5 Kg dari suhu 30°C ke 325°C dalam waktu 140 menit (8.400 detik), dan kalor jenis aluminium adalah $\pm 900 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, mencari nilai kalor terlebih dahulu yaitu:

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= 0,5 \cdot 900 (325-30) \\ &= 132,750 \text{ J} \end{aligned}$$

Setelah nilai kalor sudah ditemukan, selanjutnya menghitung daya yang dibutuhkan untuk memanaskan aluminium, yaitu :

$$P = \frac{Q}{t}$$

$$= \frac{132,750}{8400}$$

$$= 15,8 \text{ Watt}$$

Jadi, untuk memanaskan aluminium 7075 dengan berat 0,5 Kg dari suhu 30°C ke 325°C dalam waktu 140 menit (8.400 detik), dan kalor jenis aluminium adalah $\pm 900 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ membutuhkan daya sebesar 15, 8 Watt.