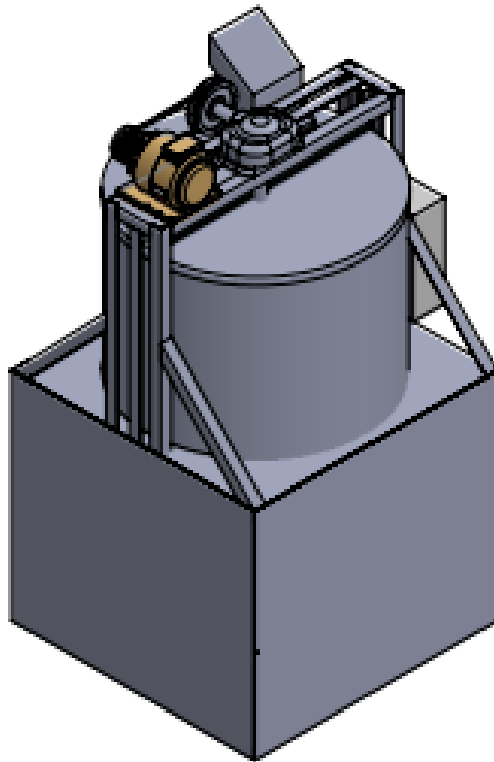


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengantar Mesin *Melter plastic*

Mesin *melter plastic* adalah alat yang dapat digunakan untuk membantu melelehkan plastik menjadi bentuk atau produk yang dapat digunakan kembali dan fungsi mesin *melter plastic* antara lain pembuatan *paving block plastic*, biji plastik, dan daur ulang plastik lainnya, pada oprasinya mesin *melter plastic* terdapat beberapa elemen mesin antara lain tabung, rangka, sistem pemanas (*heater spiral*) motor ac, puli, sabuk V belt, poros dan sirip pengaduk. (Wildan, 2021)



Gambar 2. 1 Desain Mesin *Melter plastic*

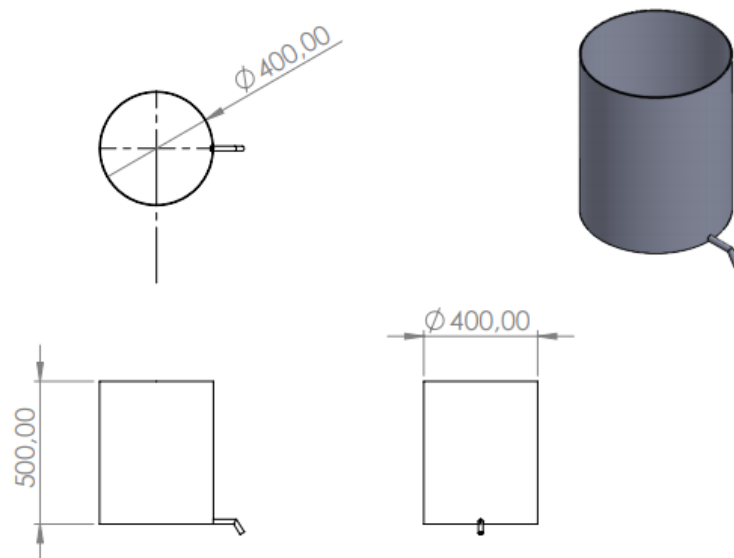
Sumber : *Solidworks 2020*

Cara kerja mesin *melter plastic* menjadi *paving block*, pada saat temperatur tabung pelebur 200⁰C plastik didalam tabung telah menjadi lelehan saat itu juga motor listrik sudah mulai bergerak memutar *pulley* sampai dengan gearbox reduser dan disalurkan ke poros pengaduk. Pengaduk mulai mengaduk lelehan plastik yang ada di tabung pelebur yang dipanaskan dengan sistem heater type spiral yang berada di dalam tabung pelebur bagian bawah. Dalam waktu ±

30 menit temperatur mesin mencapai 600°C sampai *plastic* menjadi lelehan yang sempurna, selanjutnya lelehan plastik akan mengalir melalui kran yang terpasang pada tabung pelebur dan lelehan di masukan kedalam cetakan *paving block* yang sudah di siapkan. (Riyanto, 2017).

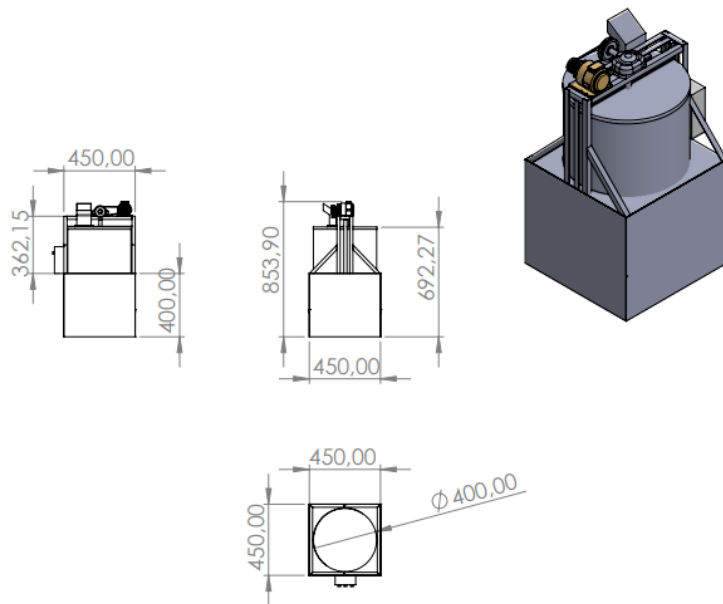
2.2 Kapasitas Mesin *Melter plastic*

Mesin *melter plastic* proses perancangannya menggunakan software solidwork tahun 2020, Mesin *melter plastic* yang telah dirancang berkapasitas 20 liter dengan dimensi tabung pelebur diameter 400 mm x tinggi 500 mm.



Gambar 2. 2 Kapasitas Tabung Pelebur

Sumber : *Solidworks 2020*



Gambar 2.3 Dimensi mesin meter plastik

Sumber : Solidworks 2020

Rumus perhitungan volume isi kapasitas tabung dan massa tabung di ambil dari (Diesta, 2007)

- a. Perhitungan volume isi kapasitas tabung

$$V_{tabung} : \pi \cdot r^2 \cdot I \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

V_{tabung} : volume tabung

π : 3.14

r^2 : Jari – jari tabung (mm)

I : Tinggi tabung (mm)

- b. Mencari massa tabung

$$mt : \rho \cdot V_t \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

mt : massa tabung (kg)

ρ : massa jenis baja (kg/mm³)

V_t : volume tabung (mm³)

2.2.1 Kapasitas Kerja Mesin *Melter plastic*

Kapasitas mesin merupakan kemampuan alat menghasilkan adonan *plastic* yang berbentuk pasta atau melakukan proses peleburan untuk membuat *paving block* dalam satu jam. Rumus untuk menghitung kapasitas alat didapat dari massa plastik yang akan dileburkan dibagi dengan waktu total. (Herdian, 2019).

Dalam perhitungan kapasitas kerja mesin melter dan penyusutan peleburan diambil dari jurnal (Riyanto, 2017)

a. Kapasitas kerja mesin *melter plastic*

$$C = \frac{m (\text{massa awal plastik})(kg)}{t (\text{Waktu total})(jam)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

C : Kapasitas Alat/Mesin (Kg/Jam)

m : Massa awal plastik (Kg)

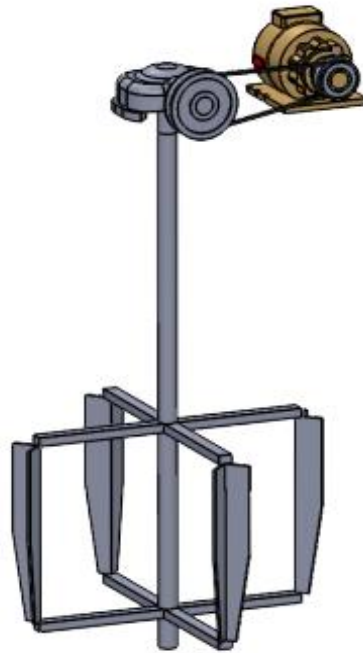
t : Waktu Total (Jam)

b. Penyusutan uji peleburan

$$\text{Penyusutan} = \frac{\text{selisih massa}}{\text{massa awal}} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.3 Parameter Pengadukan Dalam Mesin *Melter plastic*

Melelehkan plastik dapat dilakukan dengan cara manual dengan memanaskan plastik diwadah dan melakukan pengadukan secara manual akan tetapi dengan cara tersebut banyak membutuhkan tenaga dan dapat berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Dengan itu untuk memecahkan masalah dan meningkatkan efisiensi mesin *melter plastic* maka dibutuhkan sistem pengaduk yang di gerakan dengan motor AC dan dengan sistem transmisi sabuk –v. (Riyanto, 2017)



Gambar 2. 4 Desain Transmisi Dan Pengaduk Mesin *Melter plastic*

Sumber : *Solidworks 2020*

Data parameter analisis kinerja pengadukan dalam mesin *melter plastic* yang harus diperhatikan sebagai berikut :

1. Kecepatan dari putaran motor AC disalurkan ke *pulley* dan sabuk perbandingan 1:2 dan gearbox reducer berbanding 1:10 lalu di reduksi karena putaran motor masih terlalu cepat untuk mengaduk bahan-bahan pembuatan *paving block* dan kecepatan dalam satuan Rpm, Dalam rumus perhitungan parameter pengadukan mengambil rumus dari penelitian sebelumnya (Sidiq, 2022)

- a. Gaya dari bahan yang akan diaduk

Diketahui beban maksimal untuk bahan – bahan yang akan di aduk adalah 20 kg. untuk menentukan gaya.

$$F = m \times g \dots\dots\dots (2.5)$$

Diketahui :

F = Gaya (N)

m = massa *plastic* (kg)

g = gravitasi (m/s)

b. Hasil putaran setelah direduksi :

$$n_2 = n_1 \times \frac{1}{2} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$n_3 = n_2 \times \frac{1}{10} \dots\dots\dots (2.7)$$

2. Menentukan Daya

a. Menentukan torsi pengaduk :

$$T = F \times r \dots\dots\dots (2.8)$$

Diketahui :

T : Torsi pengaduk (N.m)

F : Gaya (N)

r : jari – jari pengaduk (m)

b. Kecepatan sudut (Sidiq, 2022) :

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60} \dots\dots\dots (2.9)$$

Diketahui :

: kecepatan sudut (rad/detik)

n : putaran (Rpm)

π : 3,14

c. Menentukan Besarnya daya (Sidiq, 2022) :

$$P = T \times \omega \dots\dots\dots (2.10)$$

P : daya (watt)

T : torsi (Nm)

ω : kecepatan sudut (rad/detik)

3. Torsi merupakan kekuatan lengan yang diperoleh dari perbandingan daya dan panjang poros pengaduk, dalam proses pengadukan adonan *plastic* harus di ketahui berapa torsi yang bekerja pada pengaduk.

2.4 Perpindahan Panas Pada Mesin *Melter plastic*

Temperatur mesin *melter plastic* diukur dengan menggunakan thermometer digital, untuk sumber panas mesin *melter plastic* berasal dari sistem heater type spiral suhu di atur sedemikian rupa berkisar 200⁰C sampai 300⁰C.

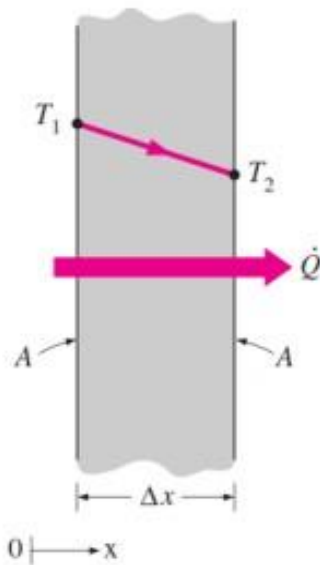
Perpindahan panas (*heat transfer*) memainkan peranan penting dalam berbagai persoalan perancangan di bidang keteknikan (*engineering*), seperti teknik aeronautika, kimia, sipil, listrik, metalurgi, mekanika dan teknik pertanian. Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi pada suatu bahan yang terjadi karena adanya perbedaan (gradien) suhu dan perpindahan panas terjadi melalui tiga metode yaitu : konduksi, konveksi dan radiasi (Haryanto, 2015).

1. Perpindahan panas konduksi

Perpindahan panas konduksi adalah perpindahan panas melalui suatu penghantar, bila suatu gradien suhu terjadi pada suatu benda, maka akan terjadi perpindahan panas dari daerah dengan suhu tinggi ke daerah dengan suhu rendah. Kita katakan energi dipindahkan secara konduksi. Besar laju aliran panas konduksi Q_{kond} (dalam W) dinyatakan dengan :

Rumus perhitungan perpindahan panas konduksi diambil dari buku (Haryanto, 2015)

$$Q_{kond} = - KA \frac{\Delta T}{L} \dots\dots\dots(2.11)$$



Gambar 2. 5 Perpindahan panas konduksi

Sumber : (Jamaluddin, 2018)

Dimana k adalah konduktivitas panas ($\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$), ΔT adalah perbedaan suhu ($^{\circ}\text{C}$), A adalah luas bidang pada arah normal aliran panas (m^2), dan L adalah tebal bahan (m), tanda negatif dislipkan agar memenuhi hukum termodinamika ke II .

Tabel 2. 1 Konduktivitas Termal Beberapa Bahan

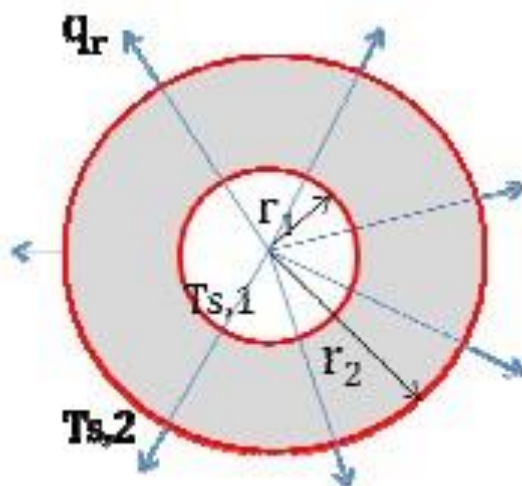
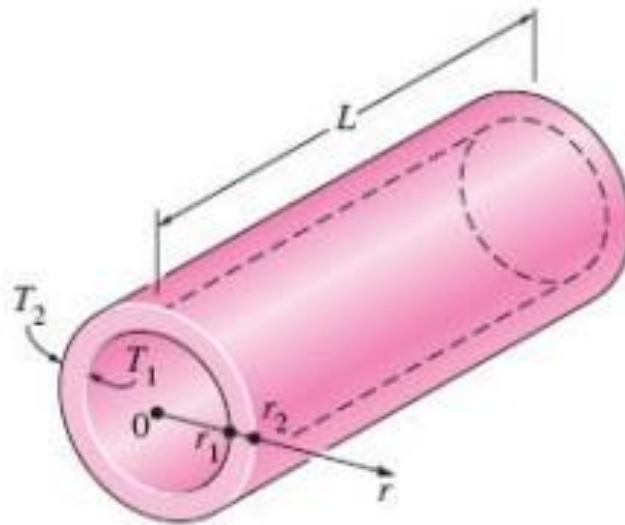
Bahan	$\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$	Bahan	$\text{W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$
Baja karbon	43	Serbuk gergaji	0,059
Besi	73	Air	0,556
Aluminium	202	Minyak pelumas	0,147
Tembaga	385	Ammonia	0,540
Nikel	93	Freon 12	0,073
Kayu	0,17	Udara	0,024
Kaca	0,78	Gas helium	0,141
Batu pasir	1,83	Gas hydrogen	0,175
Wol kaca	0,038	Uap air	0,021
		Gas CO_2	0,0146

Sumber : (Soekardi, 2019)

a. Konduksi melalui tabung

Perhatikan sebuah silinder bolong (tabung) yang panjang L dengan jari-jari dalam r_1 dan jari-jari luar r_o serta memiliki konduktivitas termal K . suhu permukaan luar dan permukaan dalam dijaga konstan T_i dan T_o dengan $T_i > T_o$. aliran panas terjadi dalam arah radial sehingga koordinat ruang yang diperlukan untuk menyatakan sistem adalah r . luas permukaan aliaran dalam sistem silindris adalah $A_r = 2 \pi rL$ sehingga persamaan fourier dapat dituliskan sebagai :
(Haryanto, 2015)

$$Q_r = - KA \frac{dT}{dr} = -K2 \pi rL \frac{dT}{dr} \dots\dots\dots(2.12)$$



Gambar 2. 6 perpindahan panas melalui silinder : (a) Nomenklatur dan (b) distribusi suhu pada dinding silinder

Sumber : (Putu., 2011)

Persamaan laju perpindahan panas konduksi melalui tabung atau bentuk silinder sebagai berikut

$$Q_r = \frac{2\pi kL}{\ln(ro/ri)} (T_i - T_o) = \frac{2\pi kL}{\ln(do/di)} (T_i - T_o) \dots\dots\dots(2.13)$$

b. Konduksi melalui silinder komposit

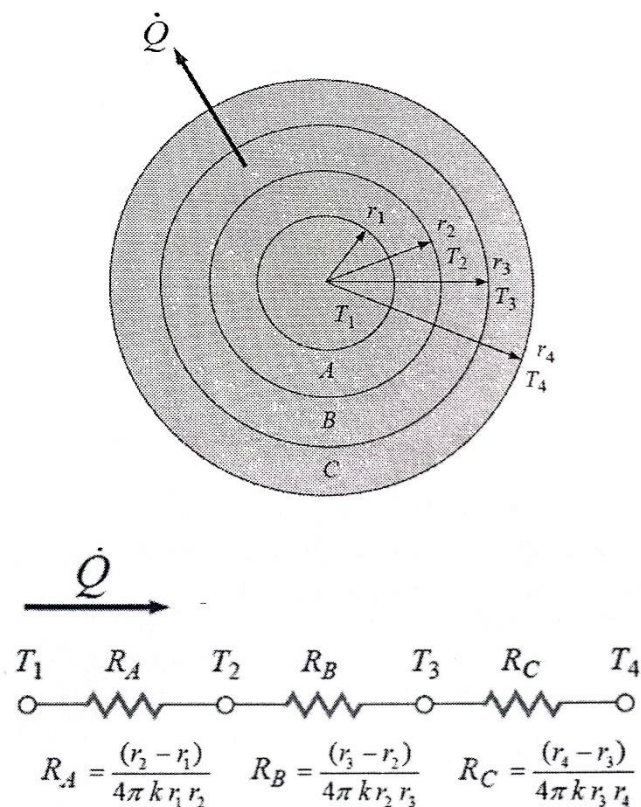
Sebuah silinder komposit yang terdiri dari tiga lapisan A, B, dan C dengan konduktivitas termal berturut-turut k_A, k_B, k_C . Dalam keadaan steady, aliran kalor adalah tetap dan sama disemua lapisan ($Q_A = Q_B = Q_C = Q$). persamaan untuk mencari laju aliran kalor per satuan panjang q_L atau (fluk panas) pada silinder komposit

Rumus perhitungan perpindahan panas konduksi melalui silinder komposit diambil dari buku (Haryanto, 2015).

$$Q = \frac{2 \pi L (T_1 - T_4)}{\frac{1}{k_A} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{k_B} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{k_C} \ln \frac{d_4}{d_3}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Suhu pada permukaan batas dapat antar lapisan dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$T_2 = T_1 - \frac{Q}{2 \pi L} \times \frac{1}{k_A} \ln \frac{d_2}{d_1} \dots\dots\dots(2.15)$$



Gambar 2. 7 perpindahan panas konduksi melalui silinder komposit terdiri dari tiga lapisan : (a) Nomenklatur dan (b) analogi jaringan listrik

Sumber : (Haryanto, 2015)

Laju perpindahan panas konduksi berkomposit dari permukaan bagian dalam dinding (tabung) ke permukaan bagian luar dinding (tabung) maka dinding tersebut akan mendapatkan tahanan termal, maka rumus perhitungan tahanan termal konduksi dinding tabung dapat dihitung melalui persamaan (Soekardi, 2019)

$$R_{w1} = \frac{\ln(ro/ri)}{2\pi k_1 L} = \frac{\ln(do/di)}{2\pi k_1 L} \dots\dots\dots(2.16)$$

tahanan termal konduksi dinding bahan isolasi dapat dihitung melalui persamaan.

$$R_{w2} = \frac{\ln(ro/ri)}{2\pi k_2 L} = \frac{\ln(do/di)}{2\pi k_2 L} \dots\dots\dots(2.17)$$

Besarnya laju perpindahan energi panas total dari permukaan dalam dinding ke permukaan luar bagian isolasi dapat dihitung melalui persamaan :

$$Q_w = \frac{(T_i - T_w)}{R_{w1} + R_{w2}} \dots\dots\dots(2.18)$$

2. Perpindahan panas konveksi

Perpindahan konveksi adalah perpindahan panas melalui suatu medium fluida yang bergerak. Mekanisme perpindahan panas akibat adanya gradien temperature yang terbentuk diantara permukaan padat dengan aliran fluida yang berkontak dengannya disebut perpindahan panas konveksi. Dalam hal permukaan pelat memiliki temperatur yang lebih tinggi dari pada temperatur rata-rata fluida yang mengalir dan kontak dengan permukaan atas pelat maka perpindahan panas konveksi berlangsung dalam arah dari permukaan pelat ke aliran fluida dan sebaliknya jika temperatur aliran fluida lebih tinggi dari pada temperatur permukaan pelat maka perpindahan panas konveksi berlangsung dari fluida ke arah permukaan pelat. Maka laju perpindahan panas konveksi dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :(Soekardi, 2019)

$$Q_o = h_o A_o (T_w - T_f) \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

Q_o : Laju perpindahan panas konveksi

h_o : Koefisien perpindahan panas konveksi

A_o : Luas permukaan perpindahan panas konveksi

T_w : Temperatur rata-rata permukaan atas atau luar

T_f : Temperature rata-rata aliran fluida

Dalam rumus perhitungan perpindahan panas konveksi diambil dari buku perpindahan panas (Haryanto, 2015)

a. Angka Nusselt (Nu)

Koefisien perpindahan panas konveksi, pada umumnya bervariasi sepanjang aliran (arah x). koefisien perpindahan panas konveksi rata-rata untuk suatu permukaan ditentukan dengan merata-ratajan koefisien perpindahan panas konveksi lokal diseluruh permukaan. Koefisien perpindahan panas konveksi dapat dinyatakan dengan Angka Nusselt (dari nama Wilhelm Nusselt) yang didefinisikan :

$$Nu = \frac{h\delta}{k} \dots\dots\dots(2.20)$$

b. Angka Prandtl, Pr

Perpindahan panas konveksi sepanjang permukaan lempeng berkaitan dengan gradiein suhu di lokasi itu. Jadi, bentuk profil suhu dalam lapisan-batas termal menentukan perpindahan panas konveksi antara permukaan benda padat dan fluida yang mengalir di atasnya. Ketebalan relative lapisan-batas termal dicirikan oleh angka prandtl (Pr) dari nama Ludwig Prandtl yang didefinisikan sebagai berikut :

$$Pr = \frac{\text{difusivitas momentum molekuler}}{\text{difusivitas panas molekuler}} = \frac{v}{\alpha} = \frac{\mu Cp}{k} \dots\dots\dots(2.21)$$

c. Angka Grashof, Gr_L

Pada konveksi alami, rezim aliran ditentukan oleh bilangan tak berdimensi yang disebut angka grashof **Gr_L** yang merupakan perbandingan antara gaya-gaya apung (buoyancy) dengan gaya-gaya viskos yang bekerja pada fluida.

$$Gr_L = \frac{\text{gaya apung}}{\text{gaya viskos}} = \frac{g \rho \Delta T V}{\rho v^2} = \frac{g \beta \Delta T V}{\rho v^2} \dots\dots\dots(2.22)$$

secara formal, *Angka Grashof* dinyatakan sebagai berikut (Haryanto, 2015) :

$$\mathbf{Gr}_L = \frac{g \beta (T_s - T_\infty) L}{\rho \nu^2} \dots\dots\dots (2.23)$$

Dengan g = percepatan gravitasi (m/s^2), β = koefisien ekspansi volume $1/k$ ($\beta = 1/T$ untuk gas ideal), T_s = suhu permukaan benda padat ($^{\circ}C$), T_∞ = suhu fluida ($^{\circ}C$), L_c = panjang karakteristik dari geometri benda (m), dan ν = viskositas kinematik (m^2/s).

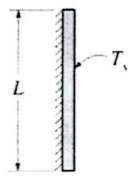
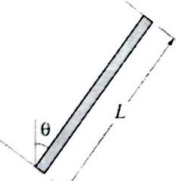
d. Rumus konveksi alami

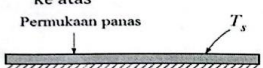
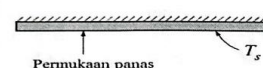
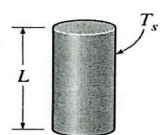
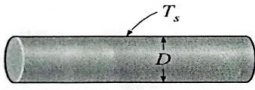
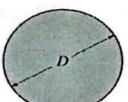
Perpindahan panas konveksi alami pada suatu permukaan bergantung pada geometri permukaan dan orientasinya, suhu permukaan dan sifat-sifat termofisik fluida, korelasi empiris Angka Nusselt rata-rata pada konveksi alami dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\mathbf{Nu} = \frac{hL_c}{k} = C (\mathbf{Gr}_L \cdot \mathbf{Pr})^n = C \mathbf{Ra}^n \dots\dots\dots (2.24)$$

Ra adalah *Angka Reyleigh* merupakan hasil kali angka grashof dan *Angka Prandtl* dengan persamaan sebagai berikut :

$$\mathbf{Ra} = \mathbf{Gr}_L \cdot \mathbf{Pr} = \frac{g \beta (T_s - T_\infty) L}{\nu^2} \mathbf{Pr} \dots\dots\dots (2.25)$$

Geometri	L_c	Kisaran Ra	Nu
Pelat vertikal 	L	$10^4 - 10^9$ $10^9 - 10^{13}$ Semua	$Nu = 0,59 Ra_L^{1/4}$ (13-7) $Nu = 0,1 Ra_L^{1/3}$ (13-8) $Nu = \left[0,825 + \frac{0,387 Ra_L^{1/6}}{\left\{ 1 + (0,492/Pr)^{9/16} \right\}^{8/27}} \right]^2$ (13-9) (kompleks tetapi lebih akurat)
Pelat miring 	L		Gunakan rumus pelat vertikal untuk bagian atas permukaan dingin dan bagian bawah permukaan panas. Ganti g dengan $g \cos \theta$ untuk $Ra < 10^9$

Geometri	L_c	Kisaran Ra	Nu
Permukaan horizontal (a) Permukaan panas menghadap ke atas 	A_s/p	$10^4 - 10^7$ $10^7 - 10^{11}$	$Nu = 0,54 Ra_L^{1/4}$ (13-10) $Nu = 0,15 Ra_L^{1/3}$ (13-11) (p = perimeter = keliling)
(b) Permukaan panas menghadap ke bawah 	A_s/p	$10^5 - 10^{11}$	$Nu = 0,27 Ra_L^{1/4}$ (13-12)
Silinder vertikal 	L		Silinder vertikal dapat diperlakukan seperti pelat vertikal jika: $D \geq \frac{35L}{Gr_L^{1/4}}$
Silinder horizontal 	D	$Ra_D \leq 10^{12}$	$Nu = \left\{ 0,6 + \frac{0,387 Ra_D^{1/6}}{\left[1 + (0,559/Pr)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2$ (13-13)
Lingkaran 	D	$Ra_D \leq 10^{12}$ $Pr \geq 0,7$	$Nu = 2 + \frac{0,589 Ra_D^{1/6}}{\left\{ 1 + (0,469/Pr)^{9/16} \right\}^{4/9}}$ (13-14)

Gambar 2. 8 Korelasi Empiris Untuk Angka Nusselt Rata-Rata Pada Suatu Permukaan

Sumber : (Haryanto, 2015)

Rumus – rumus *Angka Reyleigh* Pada berbagai geometri diberikan pada tabel (lampiran). Dalam tabel itu selain sketsa geometrinya juga diberikan panjang karakteristik untuk masing-masing geometrid dan kisaran *Angka Reyleigh* yang sesuai. Sifat fluida dievaluasi pada suhu film $T_f = (T_f + T_\infty) / 2$. (Haryanto, 2015)

Tabel A-5. Sifat-sifat Termal Udara (pada 1 atm)

T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg.°C)	$\mu \times 10^6$ (kg/m.s)	$\nu \times 10^6$ (m ² /s)	k (W/m.°C)	$\alpha \times 10^7$ (m ² /s)	Pr
100	3,6010	1,0266	0,6924	1,923	0,009246	0,02501	0,770
150	2,3675	1,0099	1,0283	4,343	0,013735	0,05745	0,753
200	1,7684	1,0061	1,3289	7,490	0,01809	0,10165	0,739
250	1,4128	1,0053	1,5990	11,31	0,02227	0,15675	0,722
300	1,1774	1,0057	1,8462	15,69	0,02624	0,22160	0,708
350	0,9980	1,0090	2,075	20,76	0,03003	0,2983	0,697
400	0,8826	1,0140	2,286	25,90	0,03365	0,3760	0,689
450	0,7833	1,0207	2,484	31,71	0,03707	0,4222	0,683
500	0,7048	1,0295	2,671	37,90	0,04038	0,5564	0,680
550	0,6423	1,0392	2,848	44,34	0,04360	0,6532	0,680
600	0,5879	1,0551	3,018	51,34	0,04659	0,7512	0,680
650	0,5430	1,0635	3,177	58,51	0,04953	0,8578	0,682
700	0,5030	1,0752	3,332	66,25	0,05230	0,9672	0,684
750	0,4709	1,0856	3,481	73,91	0,05509	1,0774	0,686
800	0,4405	1,0978	3,625	82,29	0,05779	1,1951	0,689
850	0,4149	1,1095	3,765	90,75	0,06028	1,3097	0,692
900	0,3925	1,1212	3,899	99,3	0,06279	1,4271	0,696
950	0,3716	1,1321	4,023	108,2	0,06525	1,5510	0,699
1000	0,3524	1,1417	4,152	117,8	0,06752	1,6779	0,702
1100	0,3204	1,160	4,44	138,6	0,0732	1,969	0,704
1200	0,2947	1,179	4,69	159,1	0,0782	2,251	0,707
1300	0,2707	1,197	4,93	182,1	0,0837	2,583	0,705
1400	0,2515	1,214	5,17	205,5	0,0891	2,920	0,705
1500	0,2355	1,230	5,40	229,1	0,0946	3,262	0,705
1600	0,2211	1,248	5,63	254,5	0,100	3,609	0,705
1700	0,2082	1,267	5,85	280,5	0,105	3,977	0,705
1800	0,1970	1,287	6,07	308,1	0,111	4,379	0,704
1900	0,1858	1,309	6,29	338,5	0,117	4,811	0,704
2000	0,1762	1,338	6,50	369,0	0,124	5,260	0,702
2100	0,1682	1,372	6,72	399,6	0,131	5,715	0,700
2200	0,1602	1,419	6,93	432,6	0,139	6,120	0,707
2300	0,1538	1,482	7,14	464,0	0,149	6,540	0,710
2400	0,1458	1,574	7,35	504,0	0,161	7,020	0,718
2500	0,1394	1,688	7,57	543,5	0,175	7,441	0,730

Gambar 2. 9 Sifat-sifat Termal Udara

Sumber : (Haryanto, 2015)

A adalah luas permukaan perpindahan panas dan h adalah koefisien perpindahan panas konveksi rata – rata pada permukaan, nilai h dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$h = \frac{Nu.k}{Lc} \dots\dots\dots (2.26)$$

Laju perpindahan panas pada konveksi alami dari permukaan benda padat ke fluida lingkungan dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{konv} = h_o A_o (T_s - T_\infty) \dots\dots\dots (2.27)$$

3. Perpindahan panas radiasi

Perpindahan panas radiasi merupakan salah satu mekanisme perpindahan panas yang banyak ditemui pada beragam mesin termal yang bekerja dengan kondisi temperatur tinggi seperti misalnya yang terjadi pada mesin turbin gas, motor bakar piston, mesin turbin uap. Proses perpindahan panas radiasi yang berupa pancaran energi panas atau radiasi termal yang berlangsung melalui media vacum. Pada dasarnya setiap benda yang memiliki temperature tertentu memancarkan sejumlah energi panas tertentu dan besarnya energi panas yang dipancarkan selain bergantung ketemperatur dan luas permukaan benda tersebut juga bergantung kepada sifat permukaan (Soekardi, 2019).

Laju pancaran energi panas yang diradiasikan dari permukaan sebuah benda yang memiliki temperatur tertentu sebesar T, dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut (Soekardi, 2019) :

$$Q_r = \varepsilon \sigma A t^4 \dots\dots\dots (2.28)$$

Diketahui :

Q_r : Laju pancaran panas radiasi

ε : Emisivitas permukaan benda

σ : Konstanta Boltzman ($5,669 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)

A : Luas permukaan benda yang memancarkan radiasi panas

t^4 : temperatur absolut permukaan tersebut

Pada perpindahan panas radiasi dikenal dengan dua kelompok permukaan benda padat yaitu dinamakan dengan benda hitam dan benda abu – abu. Permukaan benda hitam dinyatakan mampu memancarkan radiasi termal paling maksimum, sementara benda abu – abu pancaran radiasi termalnya hanya sebagian saja dari kemampuan maksimumnya.

a. Emisivitas

Emisivitas ε didefinisikan sebagai rasio antara radiasi yang dipancarkan oleh permukaan itu terhadap radiasi yang dipancarkan oleh benda hitam.

Nilai emisivitas permukaan bervariasi dari nol (0) hingga satu (1), $0 \leq \varepsilon \leq 1$.

Emisivitas adalah ukuran seberapa dekat suatu permukaan mendekati benda hitam yang memiliki nilai $\varepsilon = 1$ (Haryanto, 2015).

(a) Logam

Bahan	Suhu	ϵ	Bahan	Suhu	ϵ
Aluminum			Magnesium, dipoles	300-500	0.07-0.13
Dipoles	300-900	0.04-0.06	Mercury (air raksa)	300-400	0.09-0.12
Lembaran komersial	400	0.09	Molibdenum		
Teroksidasi berat	400-800	0.20-0.33	Dipoles	300-2000	0.05-0.21
Teranodisasi	300	0.8	Teroksidasi	600-800	0.80-0.82
Bismuth, cerah	350	0.34	Nikel		
Brass			Dipoles	500-1200	0.07-0.17
Dipoles sangat kilap	500-650	0.03-0.04	Teroksidasi	450-1000	0.37-0.57
Dipoles	350	0.09	Platina, dipoles	500-1500	0.06-0.18
Pelat kotor	300-600	0.22	Silver (perak), dipoles	300-1000	0.02-0.07
Teroksidasi	450-800	0.6	Baja stainless		
Chromium, dipoles	300-1400	0.08-0.40	Dipoles	300-1000	0.17-0.30
Copper (tembaga)			Teroksidasi ringan	600-1000	0.30-0.40
Dipoles sangat kilap	300	0.02	Teroksidasi berat	600-1000	0.70-0.80
Dipoles	300-500	0.04-0.05	Steel (Baja)		
Lembaran komersial	300	0.15	Lembaran dipoles	300-500	0.08-0.14
Teroksidasi	600-1000	0.5-0.8	Lembaran komersial	500-1200	0.20-0.32
Teroksidasi hitam	300	0.78	Teroksidasi berat	300	0.81
Gold (emas)			Tin (timah), dipoles	300	0.05
Dipoles sangat kilap	300-1000	0.03-0.06	Tungsten		
Foil cerah	300	0.07	Dipoles	300-2500	0.03-0.29
Iron (besi)			Filamen (kawat pijar)	3500	0.39
Dipoles sangat kilap	300-500	0.05-0.07	Zinc (Seng)		
Besi tuang	300	0.44	Dipoles	300-800	0.02-0.05
Besi tempa	300-500	0.28	Teroksidasi	300	0.25
Besi berkarat	300	0.61			
Teroksidasi	500-900	0.64-0.78			
Lead (Timbal)					
Dipoles	300-500	0.06-0.08			
Tak teroksidasi, kasar	300	0.43			
Teroksidasi	300	0.63			

Gambar 2. 10 Emisivitas Permukaan Bahan Logam

Sumber : (Haryanto, 2015)

(b) Bukan Logam

Bahan	Suhu	ϵ	Bahan	Suhu	ϵ
Air, dalam	273-373	0.95-0.96	Kain	300	0.75-0.90
Alumina	800-1400	0.65-0.45	Karbon, pijar	2000	0.53
Aluminum oksida	600-1500	0.69-0.41	Karet		
Asbestos	300	0.96	Keras	300	0.93
Aspal, lantai	300	0.85-0.93	Lunak	300	0.86
Bata			Kayu		
Umum	300	0.93-0.96	Beech	300	0.94
Lempung bakar	1200	0.75	Oak	300	0.90
Beton	300	0.88-0.94	Kertas, putih	300	0.90
Cat			Kulit, manusia	300	0.95
Aluminum	300	0.40-0.50	Magnesium oksida	400-800	0.69-0.55
Hitam mengkilat	300	0.88	Pasir	300	0.90
Minyak, semua warna	300	0.92-0.96	Plaster, putih	300	0.93
Merah primer	300	0.93	Porselin, diglazur	300	0.92
Putih akrilik	300	0.90	Quartz, kasar, difusi	300	0.93
Pyroceram	300-1500	0.85-0.57	Salju	273	0.80-0.90
Putih enamel	300	0.90	Silikon karbid	600-1500	0.87-0.85
Es	273	0.95-0.99	Tanah	300	0.93-0.96
Jelaga	300-500	0.95	Teflon	300-500	0.85-0.92
Kaca			Tembok bata	300	0.80
Jendela	300	0.90-0.95			
Pyrex	300-1200	0.82-0.62			

Gambar 2. 11 Emisivitas Permukaan Bahan Bukan Logam

Sumber : (Haryanto, 2015)

2.5 Metode Analisis Kinerja Mesin *Melter plastic*

Metode kuantitatif merupakan penelitian yang banyak menuntuk penggunaan angka mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dari hasilnya, demikian pula pada tahap kesimpulan penelitian akan lebih baik bila disertai pula dengan gambar, table, grafik atau tampilan lainnya (Sandu Siyoto, 2015).

Beberapa metode penelitian kuantitatif yang cukup sering digunakan yaitu metode survei dan metode eksperimen.

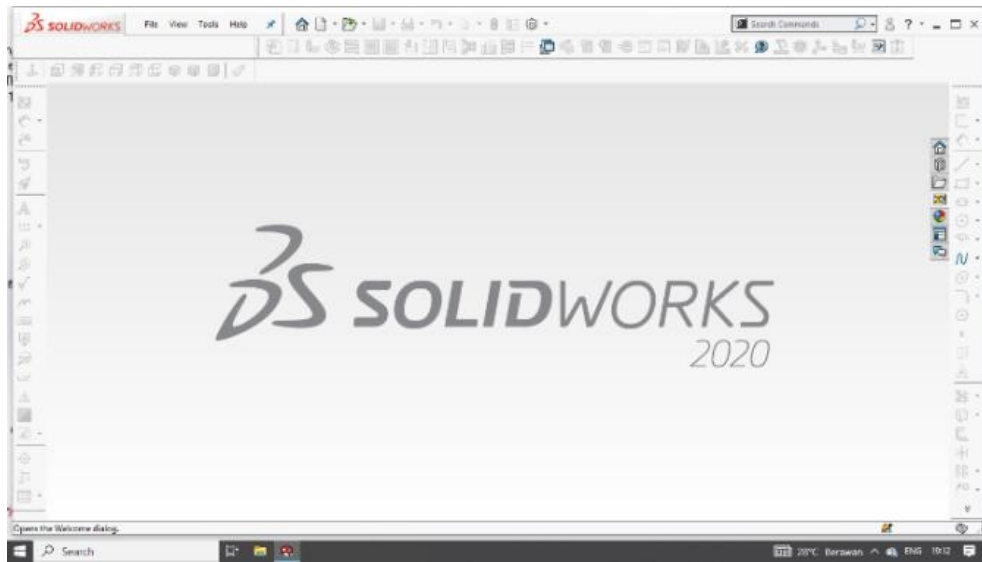
1. Metode survey merupakan metode penelitian yang menggunakan kuesioner sebagai instrument utama untuk mengumpulkan data.
2. Metode eksperimen merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan sebab-akibat (kausalitas) antara satu variabel dengan lainnya (variabel x dan variabel y). untuk menjelaskan hubungan kausalitas ini peneliti harus melakukan control dan pengukuran yang sangat cermat terhadap variabel-variabel penelitiannya.

Variabel merupakan sesuatu yang menjadi objek pengamatan penelitian seing juga disebut sebagai faktor yang berperan dalam penelitian atau suatu gejala yang akan diteliti, dalam penelitian ini menggunakan variabel bebas (independent) dan variabel terikat.

1. Variabel bebas (independent) merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat.
2. Variabel terikat tidak dimanipulasi, melaikan diamati variasinnya sebagai hasil yang dipradugakan berasal dari variabel bebas, juga biasanya variabel terikat adalah kondisi yang hendak dijelaskan dalam eksperimen-ekperimen.

2.6 Solidworks

merupakan program yang dirancang untuk kebutuhan penggambaran bidang teknik. Misalnya desain produk, desain mesin, desain mold dan keperluan teknik lainnya. Solidworks adalah software CAD (Computer Aided Design) yang menyediakan feature based parametric solid modeling sehingga banyak digunakan untuk pemodelan 3Dimensi (Yamin, 2016)



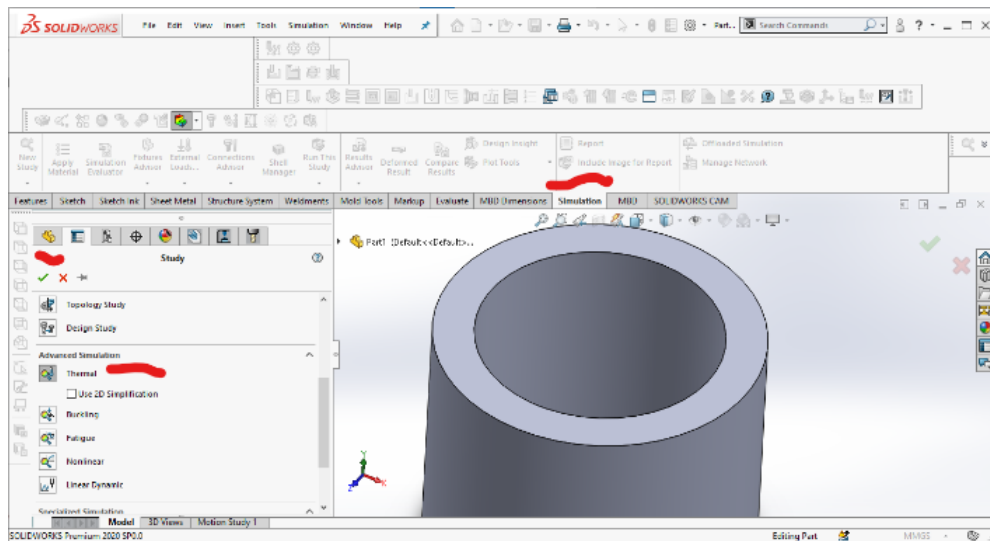
Gambar 2. 12 Software *Solidworks 2020*

Sumber : *Solidworks 2020*

a. Heat Transfer Analysis

Thermal analysis adalah model analisis dengan variasi temperatur yang dikenakan pada part dengan jenis material yang digunakan, langkah – langkah analisis thermal menggunakan software solidwork sebagai berikut (Yamin, 2016).

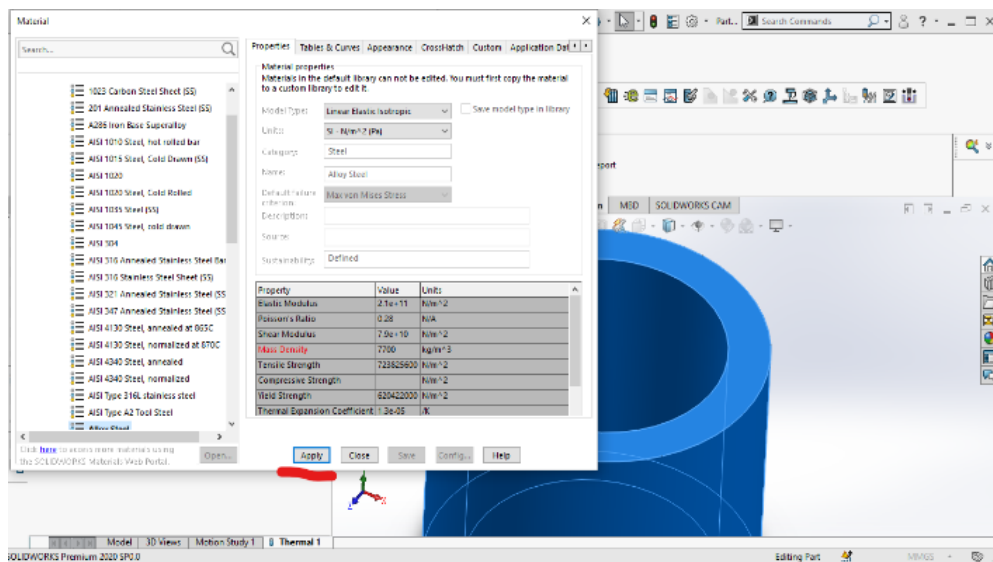
1. Buka file gambar yang telah dibuat dengan nama file yang telah dibuat bentuk file (*SLDPRT*) kemudian pilih tab (*Simulation – Study Advisor – New Study*)
2. Isi study name (*analysis Thermal*) lalu pilih (*Thermal*) Untuk type analysis, setelah itu **OK**.



Gambar 2. 13 Study Analysis Thermal Software Solidworks 2020

Sumber : Solidworks 2020

3. Pilih jenis material yang akan dianalisis, pilih (**Apply Material**) pada tab simulation, pilih (**Material**) untuk model type pilih (**Linier Elastic Isotropic dan unit SI**) Lalu **OK/Apply**.

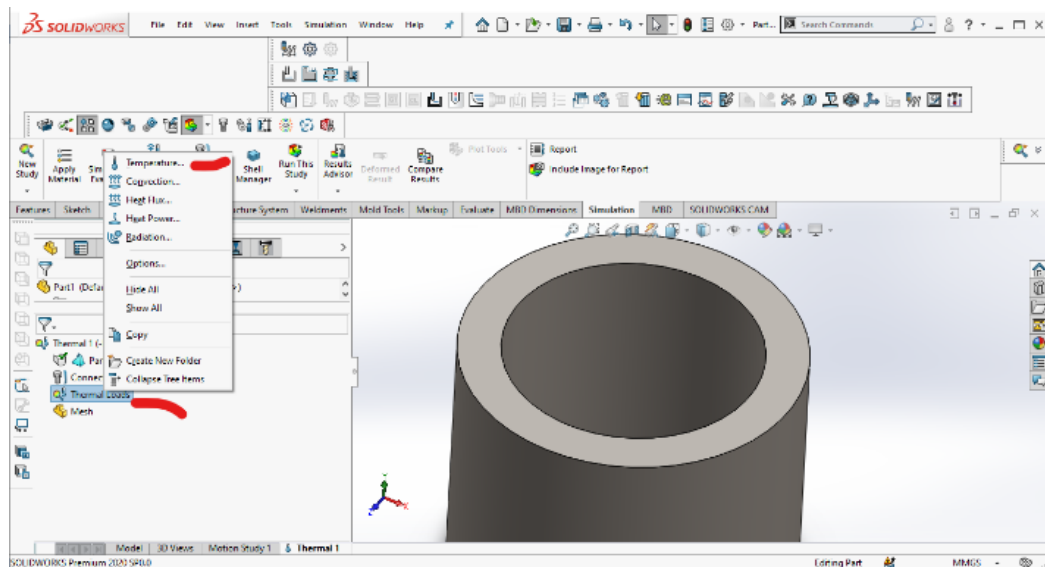


Gambar 2. 14 Material Analysis Thermal Software Solidworks

2020

Sumber : Solidworks 2020

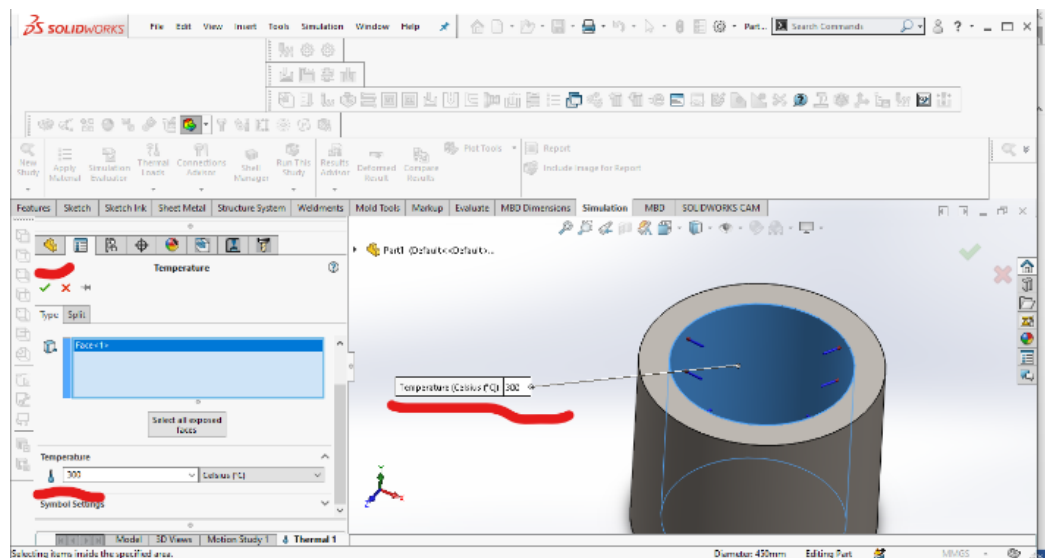
4. Tentukan jenis Thermal Analysis yang akan dikenakan pada part dengan memilih (*Thermal Load – Temperature*) pada tab *simulation*.



Gambar 2. 15 *Thermal Load – Temperature Software Solidworks 2020*

Sumber : *Solidworks 2020*

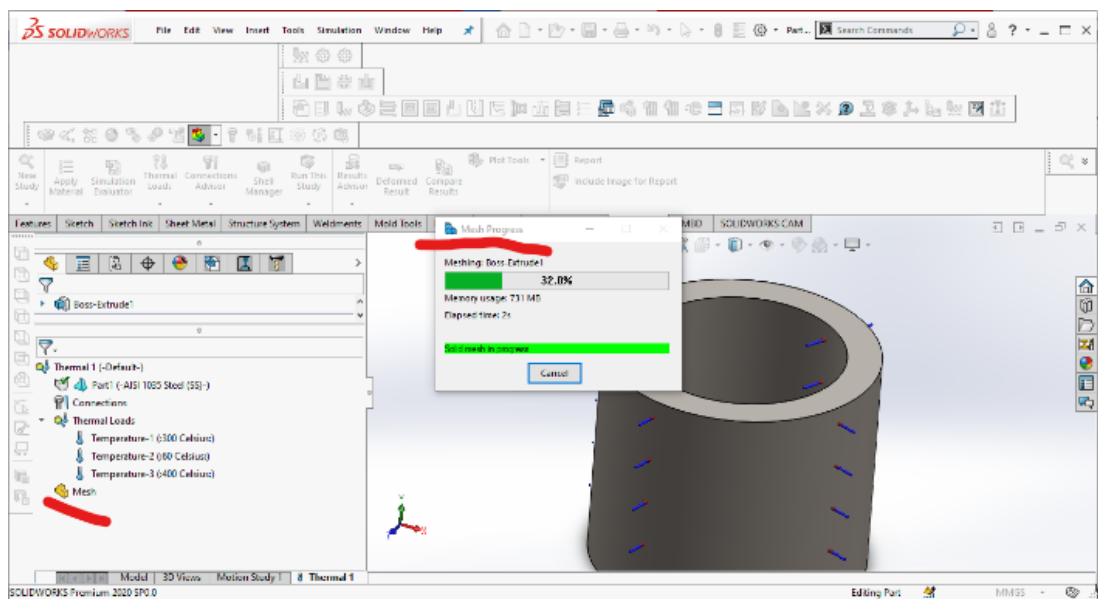
5. Pilih permukaan komponen yang dikenai temperature $^{\circ}\text{C}$ dan ganti temperature yang dikenakan pada tab simulation, lalu **OK**



Gambar 2. 16 Permukaan Komponen Yang Dikenai *Temperature*

Sumber : *Solidworks 2020*

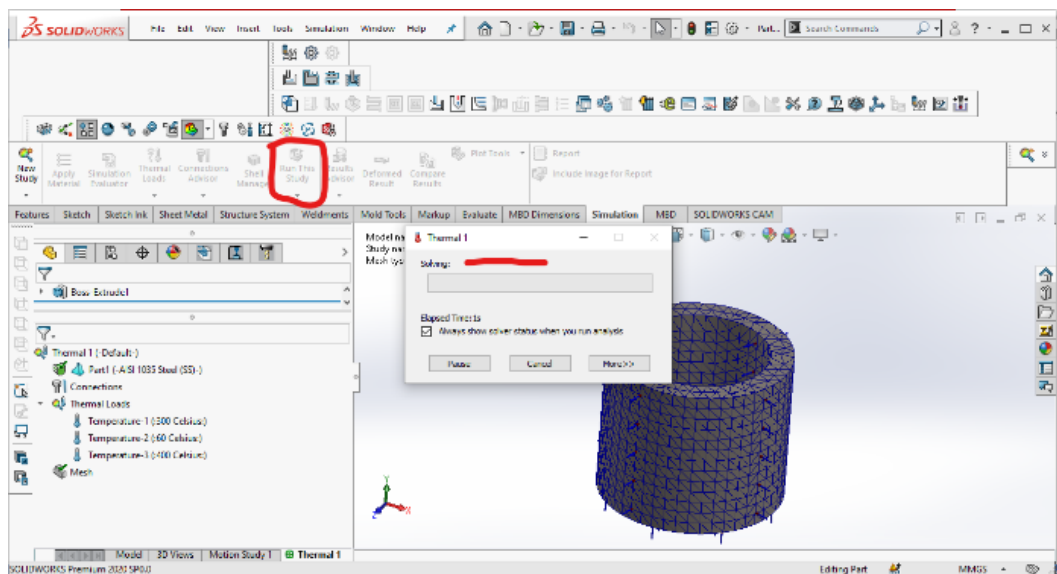
6. Kemudian (**Creat Mesh**) dengan klik kanan mesh pada (**Model Tree**) dan ubah unit pada (**Mesh Parameter**) lalu tekan **OK**.



Gambar 2. 17 *Creat Mesh Analysis Thermal*

Sumber : *Solidworks 2020*

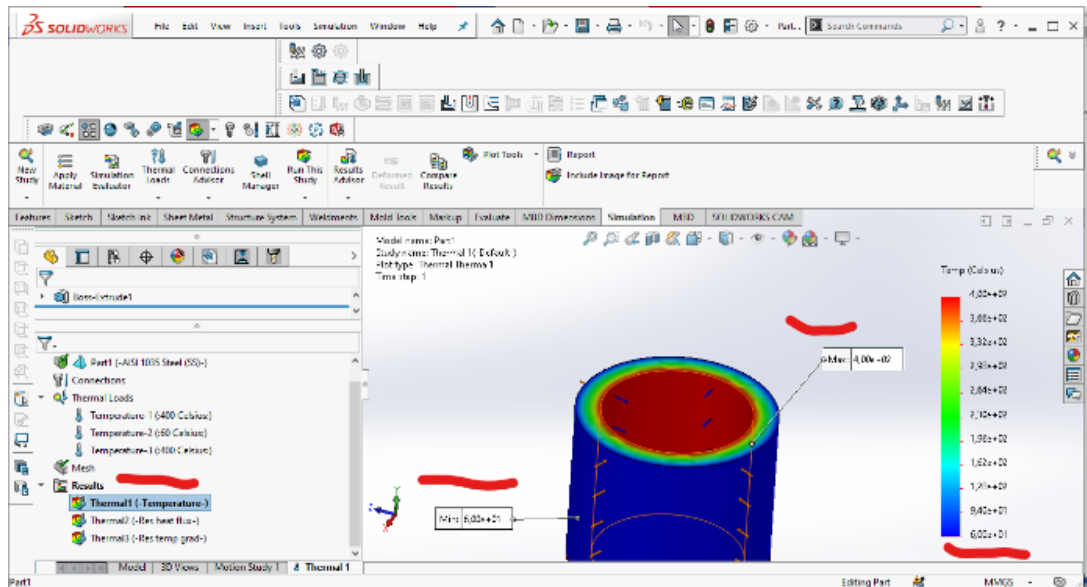
7. Setelah semua pengaturan awal Thermal Analysis dilakukan langkah selanjutnya adalah Solver. Dengan klik (**RUN**) tunggu hingga selesai prosesnya.



Gambar 2. 18 *Run Analysis Thermal*

Sumber : *Solidworks 2020*

8. Setelah proses solving selesai hasil analysis dapat langsung dilihat, analysis yang dapat ditampilkan dengan memilih (*Results*) pada tab (*Model Tree*) yaitu (*Thermal Results*)



Gambar 2. 19 Hasil *Analysis Thermal*

Sumber : *Solidworks 2020*

