

EVALUASI UNJUK KERJA MESIN ROLL AKRILIK

Amilatul Amin
Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: amilatulamin20@gmail.com

Akhmad Zidni Hudaya
Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email: akhmad.zidni@umk.ac.id

Rianto Wibowo
Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
Email : rianto.wibowo@umk.ac.id

ABSTRAK

Proses pembentukan atau *bending* akrilik yang berguna untuk membentuk akrilik sesuai dengan kebutuhan. Dalam proses pengolahan akrilik, dibutuhkan berbagai macam alat alat penekuk akrilik (*acrylic bending machine*). Salah satu proses dari pengolah akrilik adalah proses *bending* yang berguna untuk membentuk akrilik sesuai dengan kebutuhan. Metodologi penelitian dengan melakukan eksperimen menggunakan mesin roll akrilik dengan dimensi ketebalan akrilik 2mm, 3mm dan 4mm dan *temperature* yang digunakan 90 °C, 95 °C, dan 100 °C (*range* plastis) serta variasi jarak penekanan antara roll A dan roll BC yaitu: 25 mm, 35mm dan 55mm. Alat yang digunakan adalah *thermogun* untuk mengukur suhu pengerjaan dari mesin roll akrilik. Pada alat pengerolan bending akrilik yang dibuat mampu menghasilkan kalor tertinggi sebesar 19929 J pada ketebalan 4 mm pada suhu 100°C dan yang terendah 14892 J pada ketebalan 2 mm pada suhu 90°C. Laju pemanasan untuk alat pengerolan akrilik adalah sebesar 0,387 cm/s

Kata kunci : Akrilik, Roll, Bending

ABSTRACT

The process of forming or bending acrylic that is useful for forming acrylic according to needs. In the acrylic processing process, various kinds of acrylic bending machines are needed. One of the processes of acrylic processing is a bending process that is useful for forming acrylic according to needs...The research methodology is by conducting experiments using an acrylic roll machine with acrylic thickness dimensions of 2mm, 3mm and 4mm and temperatures used 90 °C, 95 °C, and 100 °C (plastic range) as well as variations in the pressure distance between roll A and roll BC, namely: 25 mm, 35mm and 55mm. The tool used is a thermos gun to measure the working temperature of the acrylic roll machine. The acrylic bending roller was produces the highest heat of 19929 J at a thickness of 4mm at a temperature of 100°C and the lowest is 14892 J at a thickness of 2 mm at a temperature of 90°C. 2. The heating rate for acrylic roller is 0.387 cm/s
Keywords: Acrylic, Roll, Bending

1. PENDAHULUAN

Akrilik atau *pleyglass* dan Lucite adalah plastic atau bahan teknik yang termasuk dalam klasifikasi polimer yang terdiri dari susunan senyawa hydrocarbon yang tembus cahaya, tahan lama, tidak mudah rusak oleh karat maupun pelapukan dan tahan terhadap bahan kimia [1].

Sifat mekanis dari akrilik adalah: titik leleh akrilik 105oC dan temperature transisi dari akrilik 3oC dan spesifik grafitinya 1,17-1,20 dan tensile strength antara 48,3-72,4 MPa serta modulus elastisitasnya 2,2-3,3 GPa [2].

Thermoforming adalah proses pembentukan dimana lembar plastik yang telah mengalami pemanasan akan berubah strukturnya menjadi lebih lunak dan lentur yang kemudian dikenai proses pressure atau vacum yang sesuai dengan bentuk cetakkannya [3].

Bending merupakan pengerjaan dengan cara memberikan tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses bending merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat bending manual maupun menggunakan mesin bending. Dalam pengujian ini, menggunakan metode roll bending [4].

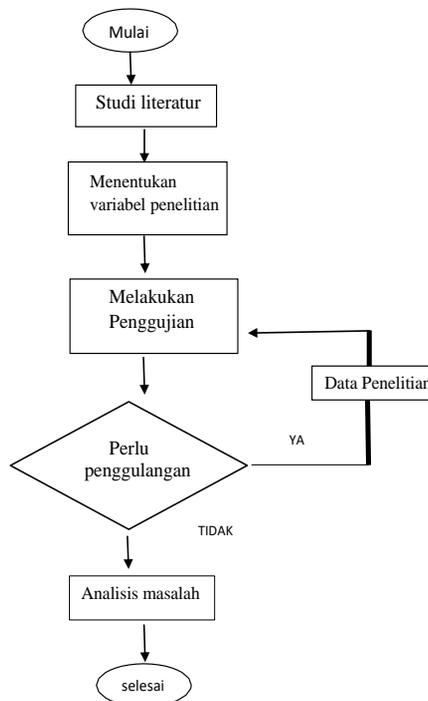
Roll bending yaitu bending yang biasanya digunakan untuk membentuk silinder, atau bentuk-bentuk lengkung lingkaran dari plat logam yang disisipkan pada suatu roll berputar. Roll tersebut mendorong dan membentuk plat yang berputar secara terus menerus hingga terbentuklah silinder.

Prinsip kerja pada perencanaan roll bending yang sudah ada menggunakan sistem 3 roll disusun secara segitiga yaitu roll A dan B dibagian bawah dan roll C pada bagian atas sebagai penggerak. Setelah benda kerja berada di atas 2 roll bagian bawah yaitu roll A dan B maka penggerak (roll C) diturunkan dengan cara diputar hingga menyentuh benda kerja sehingga terjadi bending dititik roll C. Proses berakhir ketika ujung benda kerja tepat berada diatas roll 1 maka motor dimatikan kemudian motor dinyalakan kembali dengan arah putaran yang berlawanan [5].

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi unjuk kerja mesin rol bending untuk bahan akrilik dengan ketebalan dan temperature bervariasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian adalah metode eksperimen dan observasi langsung serta melakukan analisa matematika untuk mengetahui unjuk kerja dari mesin roll akrilik. Diagram alir di tunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Pengujian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

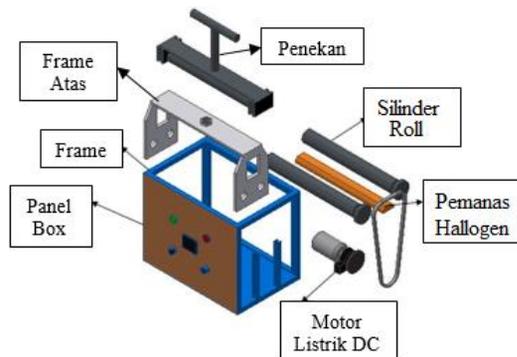
3.1 Spesifikasi Mesin Roll Bending Akrilik

Mesin rolling akrilik dibuat dari 3 roll yang terbuat dari baja yang di desain dan disusun membentuk segitiga. Sedangkan daya untuk mengerakan rolling menggunakan motor dc $\frac{1}{4}$ hp dan dilengkapi dengan reducer serta thermal sensor untuk mengukur dan mengatur suhu pengerjaan dari mesin rolling bending akrilik.



Gambar 2. Mesin Rolling Bending Akrilik

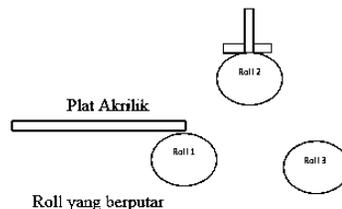
Adapun bagian-bagian mesin rolling bending pada gambar 2 terdiri dari frame berukuran 65 cm x 45 cm x 45 cm, silinder roll diameter 60 mm dan panjang 60 cm, motor listrik DC daya 0,25 HP dan kecepatan RPM 3000, pemanas hallogen diameter 10 mm dan panjang 55 cm berdaya 500 watt, panel box, penekan, dan frame atas penopang ulir dalam ukuran 65 cm x 17 cm.



Gambar 3. Bagian-Bagian Mesil Roll Bending Akrilik

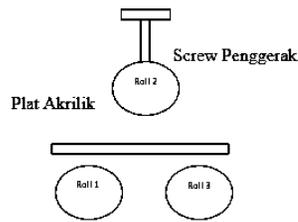
3.2 Mekanisme Kerja Mesin Roll Bending Akrilik

Mekanisme kerja mesin *Mesin Roll Bending Plat Akrilik* ini pada awalnya adalah menggunakan tiga buah roll yang disusun secara segitiga seperti pada gambar 4 dan 5.

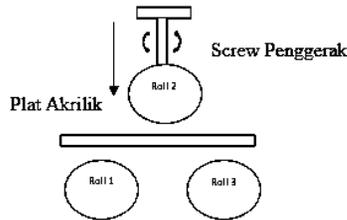


Gambar 4. Posisi Awal Pengerollan

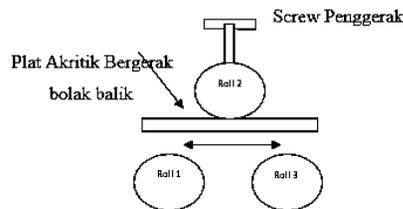
Setelah plat siap untuk dibending, penggerak diturunkan dengan power screw sampai menyentuh plat, setelah itu diputar kekanan ke kiri proses tersebut, sebagaimana di tunjukkan pada gambar 6 dan 7.



Gambar 5. Plat Berada Diatas Plat 1

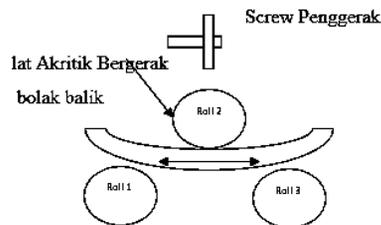


Gambar 6. Penggerak Diturunkan Sampai Menyentuh Plat



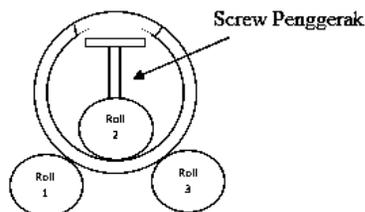
Gambar 7. Penggerak Diputar Satu Kali Putaran

Bending yang terjadi di titik roll 2 akan terdistribusi pada tiap titik plat, sebagaimana di tunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Plat Bergerak Dari Kiri Ke-kanan Akibat Putaran Motor

Proses berakhir ketika plat sudah berbentuk silinder dengan diameter yang diinginkan. Selama proses bending berlangsung hanya perlu menurunkan power screw tanpa harus mengatur arah dari putaran motor DC, sebagaimana di tunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Plat Berbentuk Silinder

3.3 Perhitungan Kalor dan Daya Motor yang Dibutuhkan Saat Pengerollan

3.3.1 Tegangan Motor dan Arus Listrik

Untuk mencari tegangan motor yang dibutuhkan tegangan listrik yang diukur menggunakan voltmeter dan arus listrik diukur menggunakan amperemeter

Untuk menghitung besar daya yang dibutuhkan saat pengerjaan menggunakan persamaan 1 berikut:

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dimana:

P= daya (watt)

V= tegangan(volt)

I= arus listrik (A)

$$P = V \times I$$

$$P = 20,38 \times 1,9$$

$$P = 39,5 \text{ watt}$$

Tabel 1 Perhitungan Daya Motor Saat Pengerollan

Suhu °C	tegangan (v)	Arus (A)	Daya (watt)
90	20,38	1,9	39,5
95	22,43	2,4	53,8
100	25,32	3,1	77,2

Pada tabel 1 diatas dapat diketahui bawah semakin naik suhu atau temperature kerja maka tegangan yang dihasilkan akan semakin meningkat dan arus listrik yang dihasilkan akan semakin naik berbanding lurus dengan daya motor yang dihasilkan. Pada penelitian ini dihasilkan daya motor pada suhu 90 °C adalah sebesar 39,5 watt sementara pada suhu 95°C dan 100°C adalah sebesar 53,8 watt dan 77,2 watt.

Menghitung besaran torsi yang dihasilkan pada saat pengerjaan menggunakan persamaan 2 berikut:

$$T = 60 P / 2 \pi n \quad (2)$$

Dimana

T= torsi (N/m)

P = daya motor (watt)

$\pi = 3,14$

n= Rpm

$$T = 60 \times 40 (743 \text{ watt}) / 3,14 \times 3000$$

$$T = 187,11 \text{ N/m}$$

Tabel 2 Perhitungan Torsi Pada Saat Pengerollan Berlangsung

Suhu °C	tegangan (v)	Arus (A)	Daya (watt)	Torsi (N/m)
90	20,38	1,9	39,5	187,11
95	22,43	2,4	53,8	254,76
100	25,32	3,1	77,2	365,47

3.3.2 Menghitung kalor yang dibutuhkan saat penegerolan

Menghitung kalor sensible yang dibutuhkan untuk menaikan temperature dari 90⁰C (363K) menjadi 60⁰C (333K) pada material akrilik dengan ketebalan 2 mm (m = 0,17 kg) adalah sebagaimana persamaan 3:

$$\begin{aligned}
 Q_{total} &= m_a c_a \Delta T a & (3) \\
 Q_{total} &= 0,17 \text{ kg} \cdot 1460 \text{ J/kg.K} \cdot 60 \text{ K} \\
 Q_{total} &= 14892 \text{ J}
 \end{aligned}$$

Tabel 3 Perhitungan Besar Kalor

Temperatur °C	Ketebalan (mm)	Tinggi (mm)	Massa (kg)	Kalor (J)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Torsi (Nm)	
90	2	25	0,170	14892	1,9	20,38	39,54	187,11	
		35	0,172	15067	1,9	20,38	39,54	187,11	
		45	0,176	15418	1,9	20,38	39,54	187,11	
	3	25	0,180	15768	1,9	20,38	39,54	187,11	
		35	0,185	16206	1,9	20,38	39,54	187,11	
		45	0,187	16381	1,9	20,38	39,54	187,11	
	4	25	0,190	16644	1,9	20,38	39,54	187,11	
		35	0,193	16907	1,9	20,38	39,54	187,11	
		45	0,195	17082	1,9	20,38	39,54	187,11	
	95	2	25	0,170	16133	2,4	22,43	53,83	254,76
			35	0,172	16323	2,4	22,43	53,83	254,76
			45	0,178	16702	2,4	22,43	53,83	254,76
3		25	0,180	17082	2,4	22,43	53,83	254,76	
		35	0,185	17557	2,4	22,43	53,83	254,76	
		45	0,187	17746	2,4	22,43	53,83	254,76	
4		25	0,190	18031	2,4	22,43	53,83	254,76	
		35	0,193	18316	2,4	22,43	53,83	254,76	
		45	0,195	18506	2,4	22,43	53,83	254,76	
100		2	25	0,170	17374	3,1	25,32	78,49	371,46
			35	0,172	17578	3,1	25,32	78,49	371,46
			45	0,176	17987	3,1	25,32	78,49	371,46
	3	25	0,180	18396	3,1	25,32	78,49	371,46	
		35	0,185	18907	3,1	25,32	78,49	371,46	
		45	0,187	19111	3,1	25,32	78,49	371,46	
	4	25	0,190	19418	3,1	25,32	78,49	371,46	
		35	0,193	19725	3,1	25,32	78,49	371,46	
		45	0,195	19929	3,1	25,32	78,49	371,46	

Tabel 4 Perhitungan Besar Kalor Suhu 100⁰C

T heater (°C)	ketebalan (mm)	tinggi (mm)	massa (kg)	T(out) 1 (°C)	T(out) 2 (°C)	T(out) 3 (°C)	T rata- rata (°C)	T (C)	Q (j)
100	2	25	0,170	56,80	53,80	54,30	54,97	45,03	11177,27
100	2	35	0,172	50,80	54,40	56,30	53,83	46,17	11593,37
100	2	45	0,176	53,70	54,30	55,40	54,47	45,53	11700,25
100	3	25	0,180	51,10	58,30	56,70	55,37	44,63	11729,64
100	3	35	0,185	49,55	58,55	57,25	55,12	44,88	12122,99
100	3	45	0,187	48,13	59,89	57,88	55,30	44,70	12203,99
100	4	25	0,190	46,71	61,23	58,51	55,48	44,52	12348,92
100	4	35	0,193	45,29	62,57	59,14	55,67	44,33	12492,25
100	4	45	0,195	43,87	63,91	59,77	55,85	44,15	12569,51

Berdasarkan tabel 3 diatas dapat kita lihat bahwa pada suhu 90 ⁰C, akrilik tebal 2 mm membutuhkan kalor 14892 J. Akrilik tebal 3 mm membutuhkan kalor 15768 J serta untuk ketebalan

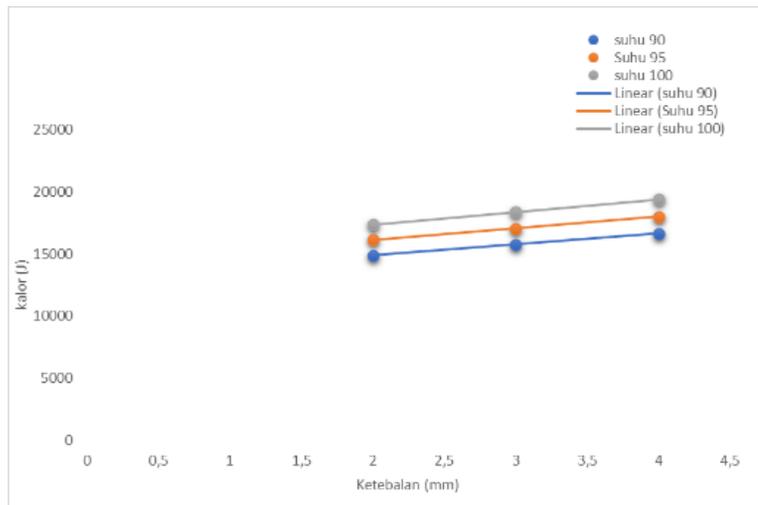
4 mm membutuhkan kalor 16644 J. Hal ini bisa diartikan bahwa semakin tebal suatu akrilik akan membutuhkan banyak kalor panas agar akrilik bisa mengalami bending secara menyeluruh.

Apabila dilihat dari suhu, diketahui bahwa pada ketebalan 2 mm suhu 90 °C membutuhkan kalor 14892 J. Suhu 95 °C dengan ketebalan 2 mm membutuhkan kalor 16133 J, sedangkan suhu 100 °C dengan ketebalan 2 mm membutuhkan suhu 17374 J. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu kerja pada mesin roll akrilik akan membutuhkan kalor semakin besar. Hal ini bisa disebabkan karena factor perubahan suhu lingkungan dan suhu mesin dari roll akrilik sendiri yang cenderung semakin tinggi.

3.3.3 Hubungan Kalor dan Ketebalan pada Tinggi 25 mm

Tabel 5. Perhitungan Kalor Pada Ketinggian 25 mm

<i>Suhu (°C)</i>	<i>Ketebalan (mm)</i>	<i>Kalor (j)</i>
90	2	14892
	3	15768
	4	16644
95	2	16133
	3	17082
	4	18031
100	2	17374
	3	18396
	4	19418



Gambar 10. Hubungan Besar Kalor Dengan Ketebalan Dengan Tinggi 25 mm

Pada gambar 10 grafik sumbu y menunjukkan besar kalor yang dihasilkan pada setiap ketebalan beda uji dengan tinggi 25 mm. Pada tebal 2 mm kalor yang dihasilkan untuk suhu 90 °C adalah sebesar 14892 J, suhu 95°C kalor bertambah menjadi 16133 J, suhu 100°C menjadi 17374 J. Hal ini bisa disimpulkan bahwa semakin besar suhu pengerjaan yang diberikan kepada beda kerja pada proses bending menggunakan alat pengerolan yang dibuat akan menghasilkan kalor yang semakin besar.

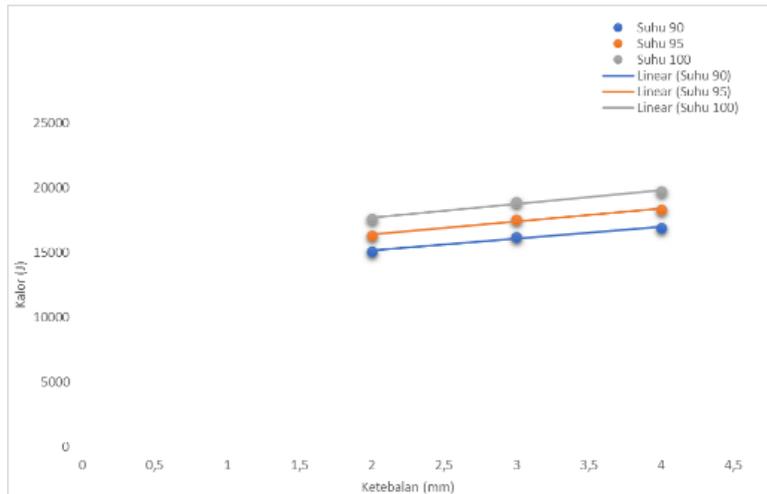
Sementara dilihat dari grafik sumbu x menyatakan bahwa pada ketebalan 2,3 dan 4 mm untuk suhu 90°C menghasilkan kalor 14892 J , 15768 J dan 16644 J. Untuk suhu 95°C menghasilkan kalor 16133 J , 17082 J dan 18031 J. Suhu 100°C menghasilkan kalor 17374J, 18396 dan 19418 J.

Berdasarkan data tersebut, semakin besar ketebalan suatu material akan meningkatkan besar kalor. Hal ini disebabkan karena semakin besar material akan meningkatkan massa dari akrilik beda uji tersebut sehingga dapat meningkatkan kalor menjadi lebih besar.

3.3.4 Hubungan Kalor dan Ketebalan pada Tinggi 35 mm

Tabel 6 Perhitungan Kalor Pada Ketinggian 35 mm

<i>Suhu</i> (°C)	<i>Ketebalan</i> (mm)	<i>Kalor (j)</i>
90	2	15067
	3	16206
	4	16907
95	2	16323
	3	17557
	4	18316
100	2	17578
	3	18907
	4	19725



Gambar 11. Hubungan Besar Kalor Dengan Ketebalan Dengan Tinggi 35 mm

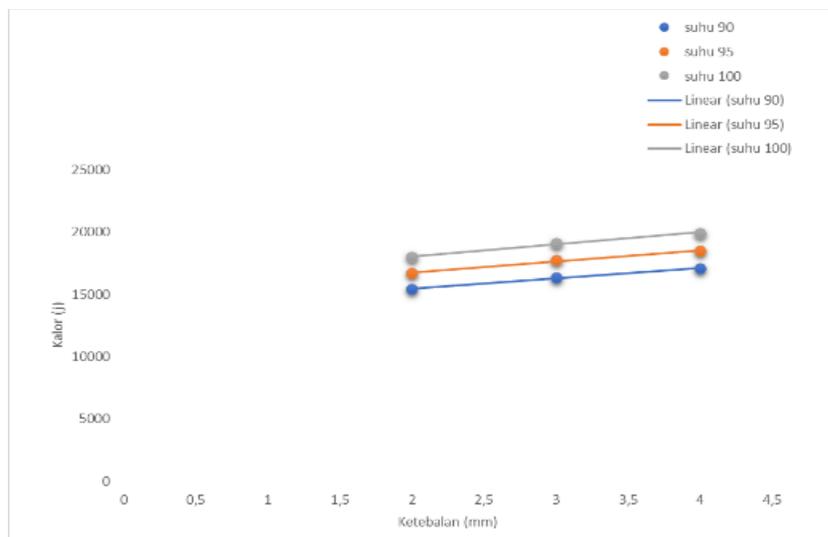
Pada gambar 11 Grafik sumbu y menunjukkan besar kalor yang dihasilkan pada setiap ketebalan beda uji dengan tinggi 35 mm. Pada tebal 2 mm kalor yang dihasilkan untuk suhu 90 °C adalah 15067 J, suhu 95°C kalor menjadi 16323 J, suhu 100°C menjadi 17578 J. Hal ini disimpulkan bahwa semakin besar suhu pengerjaan yang diberikan kepada beda kerja pada proses bending menggunakan alat pengerolan yang dibuat akan menghasilkan kalor yang semakin besar.

Grafik sumbu x menyatakan bahwa pada ketebalan 2,3 dan 4 mm untuk suhu 90°C menghasilkan kalor 15067 J , 16206 J dan 16907 J. Suhu 95°C menghasilkan kalor 16323 J , 17557 J dan 18316 J. Suhu 100°C menghasilkan kalor 17578J , 18907,5 J dan 19725 J. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa semakin besar ketebalan suatu material akan meningkatkan besar kalor hal ini disebabkan karena semakin besar material akan meningkatkan massa dari akrilik beda uji tersebut sehingga dapat meningkatkan kalor menjadi lebih besar.

3.3.5 Hubungan Kalor dan Ketebalan pada Tinggi 45 mm

Tabel 7 Perhitungan Kalor Pada Ketinggian 45 mm

<i>Suhu °C</i>	<i>Ketebalan (mm)</i>	<i>Kalor (j)</i>
90	2	15418
	3	16381
	4	17082
95	2	16702
	3	17746
	4	18506
100	2	17987
	3	19111
	4	19929



Gambar 12. Hubungan Besar Kalor Dengan Ketebalan Dengan Tinggi 45 mm

Pada gambar 12 Grafik sumbu y menunjukkan besar kalor yang dihasilkan pada setiap ketebalan beda uji dengan tinggi 45 mm. Pada tebal 2 mm kalor yang dihasilkan untuk suhu 90 °C adalah 15418 J, suhu 95°C kalor menjadi 16702 J, dan suhu 100°C menjadi 17987 J. Berdasarkan grafik tersebut disimpulkan bahwa semakin besar suhu pengerjaan yang diberikan kepada beda kerja pada proses bending menggunakan alat pengerolan yang dibuat akan menghasilkan kalor yang semakin besar.

Grafik sumbu x menyatakan bahwa pada ketebalan 2,3 dan 4 mm untuk suhu 90°C menghasilkan kalor 15418 J , 16381 J dan 17082J. Suhu 95°C menghasilkan kalor 16702 J , 17746 J dan 18506 J. Suhu 100°C menghasilkan kalor sebesar 17987J , 19111 J dan 19929 J. Dari data tersebut diketahui bahwa semakin besar ketebalan suatu material akan meningkatkan besar kalor, hal ini disebabkan karena semakin besar material akan meningkatkan massa dari akrilik beda uji tersebut sehingga dapat meningkatkan kalor menjadi lebih besar.

3.4 Perhitungan Waktu Laju Pemanasan Saat Pengerollan Berlangsung

3.4.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan panas konduksi merupakan perpindahan yang terjadi antara akrilik dan roll mesin akrilik dimana suhu akrilik ketika keluar adalah 60°C

Besar perpindahan panas yang terjadi pada suhu 90C adalah sebagai berikut:

- Luas dari roll akrilik sebagaimana persamaan 4 dan 5:

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{1}{2}\pi r & (4) \\
 k &= \frac{1}{2} 3,14 (0,6m) \\
 k &= 0,1889 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= kx r & (5) \\
 A &= 0,1889m \times 0,6m \\
 A &= 0,114m^2
 \end{aligned}$$

- Perhitungan beda suhu:

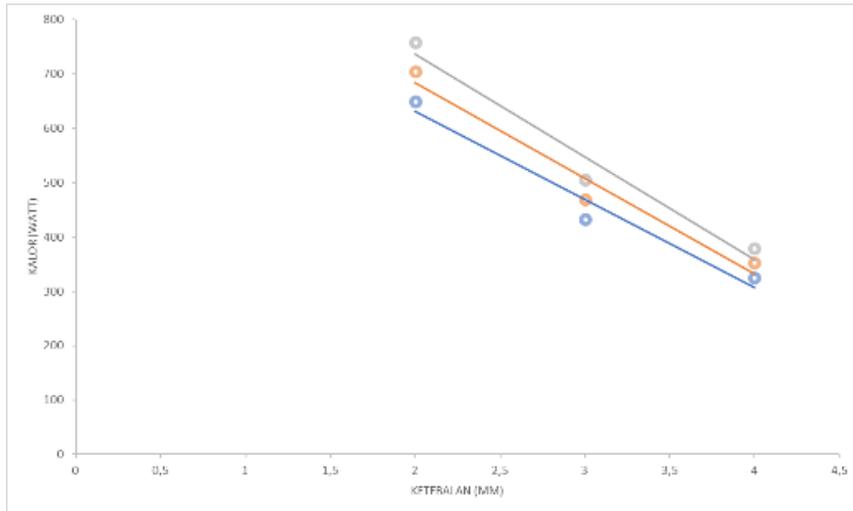
$$\begin{aligned}
 \text{Suhu roll} &: 90^{\circ}\text{C} \\
 \text{Suhu Akrilik} &: 30^{\circ}\text{C} \\
 \text{Beda Suhu} &: (90-30)^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

- Perpindahan panas konduksi, menggunakan persamaan 6.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{konduksi}} &= k \cdot A \frac{\Delta T}{\Delta x} & (6) \\
 Q_{\text{konduksi}} &= 0,19 \text{ W/m K } 0,114 \text{ m}^2 \frac{30\text{K}}{0,002\text{m}} \\
 Q_{\text{konduksi}} &= 324,9\text{Watt.}
 \end{aligned}$$

Tabel 8 Besar Perpindahan Panas Konduksi

Suhu roll (°C)	Suhu Akrilik (°C)	ketebalan (mm)	tinggi (mm)	Luas (m2)	K W/m ² °C	ΔT(°C)	Q (watt)
90	30	2	25	0,114	0,19	60	649,8
	30	3	35	0,114	0,19	60	433,2
	30	4	45	0,114	0,19	60	324,9
95	30	2	25	0,114	0,19	65	703,95
	30	3	35	0,114	0,19	65	469,3
	30	4	45	0,114	0,19	65	351,975
100	30	2	25	0,114	0,19	70	758,1
	30	3	35	0,114	0,19	70	505,4
	30	4	45	0,114	0,19	70	379,05



Gambar 13. Grafik Perpindahan Panas Secara Konduksi Saat Pengerolan

Berdasarkan gambar 13 grafik diatas diketahui hubungan antara besaran suhu pengerolan dan ketebalan sangat mempengaruhi besar perpindahan panas secara konduksi pada proses pengerolan. Pada sumbu y itu menunjukkan besarnya perpindahan panas secara konveksi dimana pada suhu 90°C dengan ketebalan 2 mm pada sumbu x menghasilkan perpindahan panas sebesar 649,8 watt sedangkan pada ketebalan 3 dan 4 mm menghasilkan perpindahan panas sebesar 433,2 watt dan 324,9 watt.

Sementara dilihat dari peningkatan suhu dengan tebal 2 mm pada suhu 90°C, 95°C dan 100 °C menghasilkan perpindahan panas masing masing sebesar 649,8 watt, 703,95 watt dan 758,1 watt. Jadi kesimpulannya semakin besar suhu pengerolan dan ketebalan dari material akan mengakibatkan perpindahan panas secara konduksi semakin kecil hal ini disebabkan oleh pertambahan luas bidang kerja saat pengerolan jika tebal dari material bertambah sehingga perpindahan konduksi membutuhkan energi yang semakin besar.

3.4.2 Perhitungan Perpindahan Panas Secara Konveksi

Salah satu contoh perhitungan menggunakan specimen pada suhu 90 °C dengan ketebalan sebesar 2 mm

- Luas dari roll akrilik, menggunakan persamaan 7 dan 8:

$$k = \frac{1}{2} \pi r \quad (7)$$

$$k = \frac{1}{2} 3,14 (0,6m)$$

$$k = 0,1889 m$$

$$A = k \times r \quad (8)$$

$$A = 0,1889m \times 0,6m$$

$$A = 0,114m^2$$

- Perhitungan beda suhu, menggunakan persamaan 9 :

Suhu roll: 90°C
 Suhu Akrilik : 27°C (suhu normal)
 Beda Suhu : (90-27)°C = 63°C

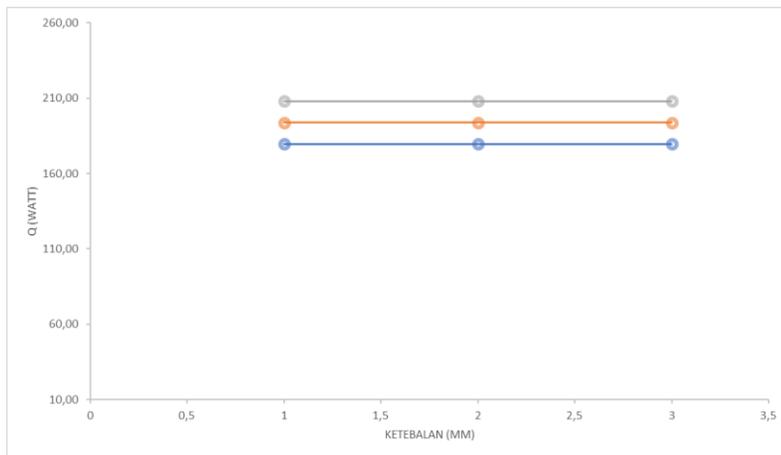
$$Q_{konveksi} = h A \Delta T \quad (9)$$

$$Q_{konveksi} = 25 W/m^{\circ}C \times 0,114m^2 \times (63^{\circ}C)$$

$$Q_{\text{konveksi}} = 179,55 \text{ Watt}$$

Tabel 9 Hasil Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi Mesin Penggerolan Akrilik

Suhu roll (°C)	Suhu Akrilik (°C)	ketebalan (mm)	tinggi (cm)	luas (m ²)	$\frac{h}{C}$ W/m	ΔT (°C)	Q (Watt)
90	27	2	25	0,114	25	63	179,55
	27	3	35	0,114	25	63	179,55
	27	4	45	0,114	25	63	179,55
95	27	2	25	0,114	25	68	193,80
	27	3	35	0,114	25	68	193,80
	27	4	45	0,114	25	68	193,80
100	27	2	25	0,114	25	73	208,05
	27	3	35	0,114	25	73	208,05
	27	4	45	0,114	25	73	208,05



Gambar 14. Grafik Perpindahan Panas Secara Konveksi Saat Pengerolan

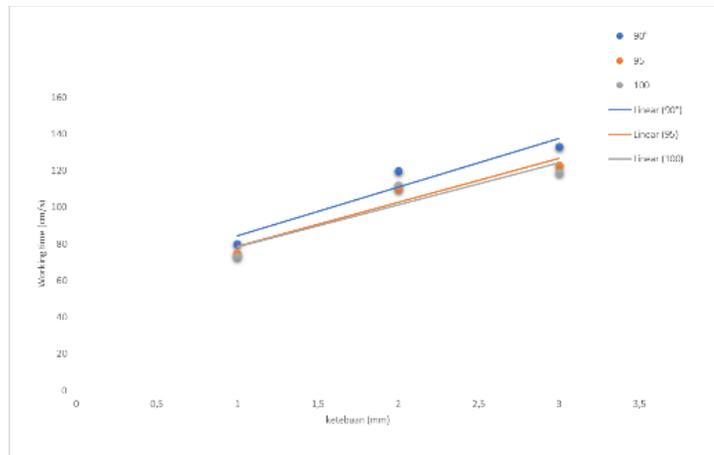
Pada gambar 14 diatas diketahui bahwa ketebalan dari akrilik tidak mempengaruhi perpindahan panas secara konveksi pada mesin penggerolan akrilik yang dibuat tetapi untuk besar perubahan suhu pada pross pengerolan mempengaruhi besar perpindahan panas secara konveksi, berdasarkan table itu diketahui pada suhu 90°C besar perpindahan panas secara konveksi adalah 7,19 Watt pada saat suhu 95°C perpindahan panas konvek meningkat menjadi 14,38 Watt sementara pada suhu 100°C terjadi peningkatan lagi menjadi 21,56 Watt. Hal ini disimpulkan semakin besar perubahan suhu dari akrilik akan meningkatkan besar dari perpindahan panas secara konveksi.

3.4.3 Waktu Laju Bending Pada Saat Penggerolan Akrilik

Tabel 10 Waktu Kerja Penggerolan Akrilik Pada Saat Penggerolan Berlangsung

Suhu (°C)	ketebalan (mm)	working time (s)
90	2	80
	3	120
	4	133
95	2	75
	3	110

	4	123
100	2	73
	3	112
	4	119



Gambar 15. Grafik Ketebalan Working Time

Pada tabel 10 diatas diketahui bahwa semakin tebal sebuah akrilik yang dilakukan proses pengerollan akrilik waktu atau (working time) yang dibutuhkan semakin lama. Sedangkan jika suhu pengerjaan ditingkatkan untuk ketebalan akrilik yang sama akan mempercepat waktu pengerjaan bending pada akrilik. Pada table diketahui bahwa waktu pengerjaan pada suhu 90C adalah 80 s sedangkan pada saat suhu 95C dengan ketabalan sama 2 mm waktu yang dibutuhkan 75 s sementara pada suhu 100 C dibutuhkan waktu sebesar 73 s.

3.4.4 Laju Pengerjaan Dari Pengerollan Akrilik

Pada laju pengerjaan yang sangat diperlukan adalah Panjang akrilik pada saat pengerjaan dan working time dari laju pengerjaan akrilik. Contoh perhitungan menggunakan persamaan 3.3 pada kondisi akrilik tebal 2 mm dan Panjang 25 mm dengan working time 80 s sebahai berikut:

$$v = \frac{p}{\text{working time } (t)} \tag{10}$$

$$v = \frac{25 \text{ cm}}{80s}$$

$$v = 0,31 \text{ cm/s}$$

Tabel 11. Laju Pengerjaan Pengerollan Akrilik

Suhu	Ketebalan	Panjang	Worktime (s)	Laju (cm/s)
90	2	25	80	0,313
	3	35	120	0,292
	4	45	133	0,338
95	2	25	75	0,333
	3	35	110	0,318
	4	45	123	0,366

100	2	25	73	0,342
	3	35	112	0,313
	4	45	119	0,378

Berdasarkan tabel 11 diatas dapat diketahui bawah laju pengerjaan pengerolan akrilik menggunakan mesin roll akrilik yang dirancang adalah sebesar 0,3 cm/ s. hasil laju pengerolan untuk setiap suhu dan ketebalan dengan Panjang yang berbeda berbeda bisa di nyatakan konsisten.

4. KESIMPULAN

Dari perhitungan dan perencanaan pada “unjuk kerja Mesin Roll Bending Akrilik”, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Pada alat pengerolan bending akrilik yang telah dibuat menghasilkan kalor tertinggi sebesar 19929 J pada ketebalan 4 mm pada suhu 100⁰C dan yang terendah 14892 J pada ketebalan 2 mm pada suhu 90⁰C. Efisiensi laju pemanasan untuk alat pengerolan akrilik adalah sebesar 0,387 cm/s. Semakin tebal suatu akrilik yang dilakukan pengerollan akan membutuhkan kalor dan perpindahan panas yang besar. Hasil dari akrilik yang diroll menggunakan mesin ini bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] William D. Callister, Jr. 2007. Material Science and Engineering, An Introduction, Edisi ke-7. John Wiley & Sons. USA.
- [2] Davis Multimedia, Int'l. All Rights Reserved. As Printed in September 2012, Volume 38, No. 3 of The Engravers Journal.
- [3] Dobrovolsky, V. 1987. Machine Elements. Edisi ke-2. Moscow : Peace
- [4] Alfau Fauzi et all 2016. Mesin roll bending akrilik. Jurnal ITS. Fakultas teknik. Surabaya.
- [5] Hafiluddin. 2010. Rancang Bangun Mesin Roll Bending Pipa Canopy. Tesis. Fakultas Teknologi Industri. ITS. Surabaya.