

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Data

Dari hasil pengamatan dan pengambilan data sebelum pengerolan dan setelah pengerolan maka dapat disajikan analisa data kemampubentukan dan cacat dari proses pengerolan panas.

##### 4.1.1 Analisa Data Kemampubentukan

Dari data kemampubentukan yang didapatkan pada sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan maka dapat dimasukkan pada tabel 4.1:

Tabel 4.1 Data Pengujian Kemampubentukan

Tabel Data Kemampubentukan												
No	Kadar Magnesium	Pengulangan	Ukuran Benda Kerja (mm)									Jumlah Pengerolan
			Sebelum Pengerolan			Sesudah pengerolan			Selisih Ukuran			
			P <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>	T <sub>o</sub>	P <sub>i</sub>	L <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	P <sub>s</sub>	L <sub>s</sub>	T <sub>s</sub>	
1	0.747 %	1	196	26.70	6.00	219	26.93	6.00	23.00	0.23	0.00	1
		2	200	26.17	6.00	217	26.30	5.50	17.00	0.13	-0.50	3
		3	199	26.50	7.00	257	26.70	5.40	58.00	0.20	-1.60	3
2	0.769 %	1	199	22.90	6.00	229	23.93	5.00	30.00	1.03	-1.00	3
		2	201	25.13	6.00	233	25.83	5.20	32.00	0.70	-0.80	3
		3	199	25.60	6.00	251	26.40	5.00	52.00	0.80	-1.00	3
3	0.773 %	1	200	23.00	6.00	225	23.67	5.15	25.00	0.67	-0.85	1
		2	200	26.33	6.00	228	26.87	5.30	28.00	0.53	-0.70	3
		3	200	26.77	6.00	230	27.37	5.30	30.00	0.60	-0.70	3
4	0.814 %	1	200	22.60	6.00	228	23.00	5.20	28.00	0.40	-0.80	3
		2	200	25.30	6.00	222	25.83	5.30	22.00	0.53	-0.70	3
		3	200	25.77	6.00	252	26.77	5.40	52.00	1.00	-0.60	2
5	1.52 %	1	199	26.47	6.00	224	27.10	5.50	25.00	0.63	-0.50	3
		2	200	26.60	6.00	230	27.63	5.30	30.00	1.03	-0.70	3
		3	200	26.10	6.00	223	26.87	5.30	23.00	0.77	-0.70	3
Σ			2993.00	381.93	91.00	3468.00	391.20	79.85	475.00	9.27	-11.15	
x			199.53	25.46	6.07	231.20	26.08	5.32	31.67	0.62	-0.74	

### Panjang Sebelum Pengerolan

Untuk meyakinkan bahwa data yang didapat sesuai, maka dilakukan uji statistik yang terdapat pada tabel 4.2:

Tabel 4.2 Data Panjang Sebelum Pengerolan

Tabel Kemampubentukan					
No	Kadar Magnesium	Pengulangan	Ukuran Benda Kerja (mm)		
			Sebelum Pengerolan		
			$P_0$	$(x-x)$	$(x-x)^2$
1	0.747 %	1	196	-3.53	1.24
		2	200	0.47	0.70
		3	199	-0.53	1.04
2	0.769 %	1	199	-0.53	-2.56
		2	201	1.47	-0.33
		3	199	-0.53	0.14
3	0.773 %	1	200	0.47	-2.46
		2	200	0.47	0.87
		3	200	0.47	1.30
4	0.814 %	1	200	0.47	-2.86
		2	200	0.47	-0.16
		3	200	0.47	0.30
5	1.52 %	1	199	-0.53	1.00
		2	200	0.47	1.14
		3	200	0.47	0.64
$\Sigma$			2993.00	2.84E-14	17.733

- Panjang rata – rata

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{2993.00}{15} = 199.53 \text{ mm}$$

- Stadart deviasi

$$\delta = \sqrt{\frac{(x-x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{17.733}{15-1}} = 1.12546$$

- Standart deviasi rata – rata

$$\delta = \frac{\delta}{n} = \frac{1.12546}{15} = 0.25059$$

- Kesalahan rata – rata

$$KR = \frac{\delta}{x} = \frac{0.25059}{199.53} = 0.00146 = 0.146\%$$

Dengan,  $\alpha = 1\%$  ;  $db = n - 1 = 15 - 1 = 14$

maka :  $t(\alpha/2 ; db) = t(0.005 ; 14) = 2.997$

interval penduga nilai panjang benda kerja sebelum pengerolan

$$x - [t(\alpha/2 ; db) \delta] < \mu > x + [t(\alpha/2 ; db) \delta]$$

$$199.53 - [2.997 \times 0.25059] < \mu > 199.53 + [2.997 \times 0.25059]$$

$$198.66824 < \mu > 200.39843$$

Jadi panjang rata – rata spesimen sebelum pengerolan berkisar antara 198.66824 mm dan 200.39843 mm dengan keyakinan 99%.

Dengan cara yang sama seperti diatas, maka dapat ditabelkan pada tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Statistik Uji T Kemampubentukan

No	Nama Bagian	Batas Bawah	Batas Atas	Keyakinan
1.	Panjang Sebelum Pengerolan	198.668 mm	200.398 mm	99%
2.	Panjang Sesudah Pengerolan	222.874 mm	239.526 mm	98%
3.	Selisih Panjang Sesudah Pengerolan dan Sebelum Pengerolan	26.093 mm	37.240 mm	90%
4.	Lebar Sebelum Pengerolan	24.481 mm	26.443 mm	98%
5.	Lebar Sesudah Pengerolan	25.120 mm	27.040 mm	98%
6.	Selisih Lebar Sesudah Pengerolan dan Sebelum Pengerolan	0.517 mm	0.718 mm	80%
7.	Tebal Sebelum Pengerolan	5.892 mm	6.242 mm	98%
8.	Tebal Sesudah Pengerolan	5.161 mm	5.486 mm	98%
9.	Selisih Tebal Sesudah Pengerolan dan Sebelum Pengerolan	-1.002 mm	-0.485 mm	99%

#### 4.1.2 Analisa Data Cacat

Dari data cacat yang didapatkan pada sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan maka dapat disajikan pada tabel 4.4:

Tabel 4.4 Data Pengujian Cacat

Tabel Data Cacat							
No	Kadar Magnesium	Pengulangan	Sebelum Pengerolan		Sesudah Pengerolan		Jumlah Pengerolan
			Jumlah Cacat	Nama Cacat**	Jumlah Cacat	Nama Cacat*	
1	0.747 %	1	2	2, 3	4	2, 3, 5, 9	1
		2	3	2, 3, 7	3	1, 2, 5	3
		3	5	1, 2, 3, 4, 7	3	1, 2, 9	3
2	0.769 %	1	4	2, 3, 5, 7	3	1, 2, 9	3
		2	3	2, 3, 6	3	1, 2	3
		3	4	1, 2, 3, 5	3	1, 2	3
3	0.773 %	1	5	1, 2, 3, 5, 7	5	1, 2, 3, 5, 9	1
		2	3	2, 3, 7	3	1, 2, 9	3
		3	4	1, 2, 3, 5	3	1, 2, 9	3
4	0.814 %	1	4	2, 3, 5, 7	4	1, 2, 5, 9	3
		2	4	2, 3, 4, 5	3	1, 9, 10	3
		3	6	1, 2, 3, 6, 7, 8	6	1, 2, 5, 9, 10, 11	2
5	1.52 %	1	5	1, 2, 3, 6, 7	5	1, 2, 5, 9, 10	3
		2	5	1, 2, 3, 4, 5	3	1, 2, 9	3
		3	3	1, 2, 4	2	2, 5	3
$\Sigma$			60		53		
$x$			4		3.53		

Note : \* dan \*\* (coret yang tidak perlu)

Nama Cacat\*\* :

1. Rongga udara, 2. Lubang jarum, 3. Penyusutan dalam, 4. Penyusutan luar,
5. Salah alir dan sumbat dingin, 6. Inklusi terak, 7. Pelenturan,
8. Rongga gas oleh cil

Nama Cacat \*:

1. Cacat cetakan, 2. Cacat kerataan, 3. Aligating, 4. Perbedaan ketebalan antar sisi, 5. Tebal material yang tidak sama pada semua tempat, 6. Porositas, 7. Keriput, 8. Kampuh, 9. Retak, 10. Patah, 11. Retak tepi

### Cacat Sebelum Pengerolan

Untuk meyakinkan bahwa data yang didapat sesuai, maka dilakukan uji statistik yang terdapat pada tabel 4.5:

Tabel 4.5 Data Cacat Sebelum Pengerolan

Tabel Data Cacat					
No	Kadar Magnesium	Pengulangan	Sebelum Pengerolan		
			Jumlah Cacat	(x-x)	(x-x) <sup>2</sup>
1	0.747 %	1	2	-2	4
		2	3	-1	1
		3	5	1	1
2	0.769 %	1	4	0	0
		2	3	-1	1
		3	4	0	0
3	0.773 %	1	5	1	1
		2	3	-1	1
		3	4	0	0
4	0.814 %	1	4	0	0
		2	4	0	0
		3	6	2	4
5	1.52 %	1	5	1	1
		2	5	1	1
		3	3	-1	1
Σ			60	0.00E+00	16.00

- Cacat rata – rata

$$x = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{60}{15} = 4$$

- Stadar deviasi

$$\delta = \frac{\overline{(x-x)^2}}{n-1} = \frac{16.00}{15-1} = 1.06904$$

- Standart deviasi rata – rata

$$\delta = \frac{\delta}{n} = \frac{1.06904}{15} = 0.27603$$

- Kesalahan rata – rata

$$KR = \frac{\delta}{x} = \frac{0.27603}{4} = 0.06901 = 6.901 \%$$

Dengan,  $\alpha = 20\%$  ; db = n - 1 = 15 - 1 = 14

maka : t ( $\alpha/2$  ; db) = t (0.1 ; 14) = 1.345

interval penduga nilai cacat benda kerja sebelum pengerolan

$$x - [t (\alpha/2 ; db) \delta ] < \mu > x + [t (\alpha/2 ; db) \delta ]$$

$$4 - [ 1.345 \times 0.27603 ] < \mu > 4 + [ 1.345 \times 0.27603 ]$$

$$3.62874 < \mu > 4.37126$$

Jadi cacat sebelum pengerolan rata – rata spesimen berkisar antara 3.62874 dan 4.37126 dengan keyakinan 80%.

Dengan cara yang sama seperti diatas, maka dapat ditabelkan pada tabel 4.6 :

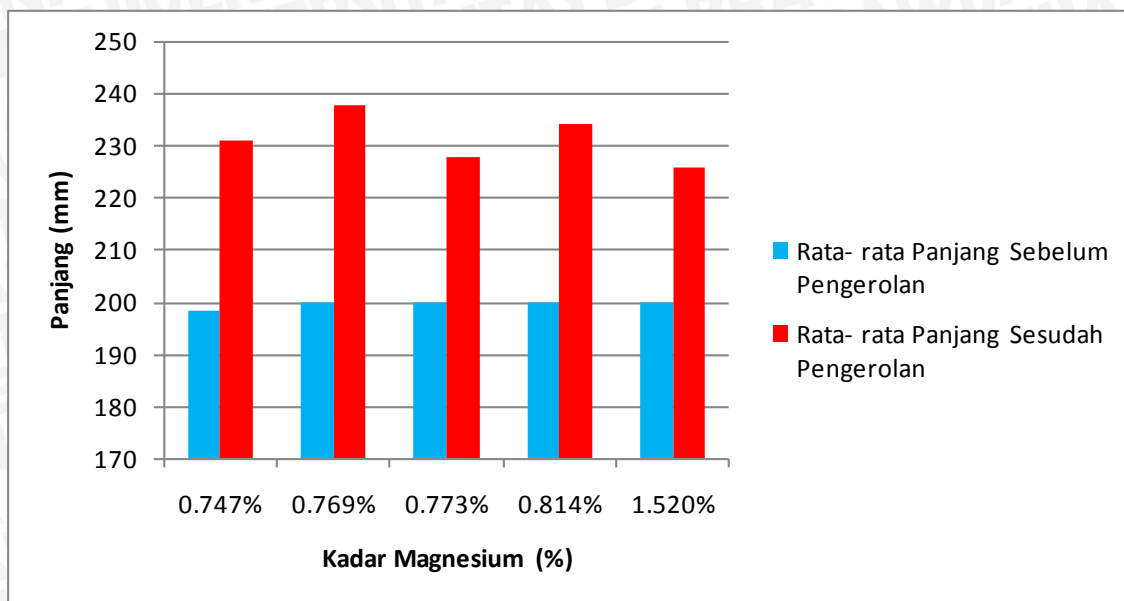
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Statistik Uji T Jumlah Cacat

No	Nama Bagian	Batas Bawah	Batas Atas	Keyakinan
1.	Cacat Sebelum Pengerolan	3.62874	4.37126	80%
2.	Cacat Sesudah Pegerolan	3.14306	3.92361	80%

## 4.2 Pembahasan

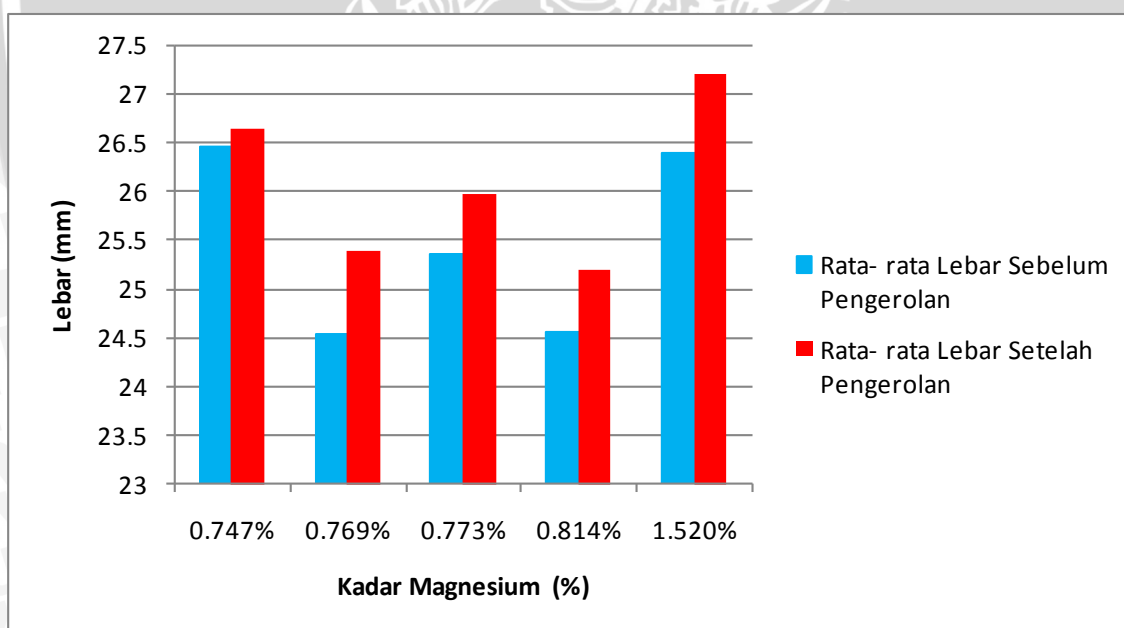
Dari tabel 4.1 Data Pengujian Kemampubentukan yang dilakukan setelah proses pemanasan dan pengerolan, dapat dilihat bahwa sebaran penambahan panjang dan lebar serta pengurangan tebal dari benda kerja terlihat perbedaan yang cukup signifikan antara benda kerja pengulangan pertama, kedua dan ketiga. Dari data tersebut maka dapat dibuat menjadi beberapa grafik yang berupa gambar 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4 :

Grafik rata – rata panjang spesisen sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan



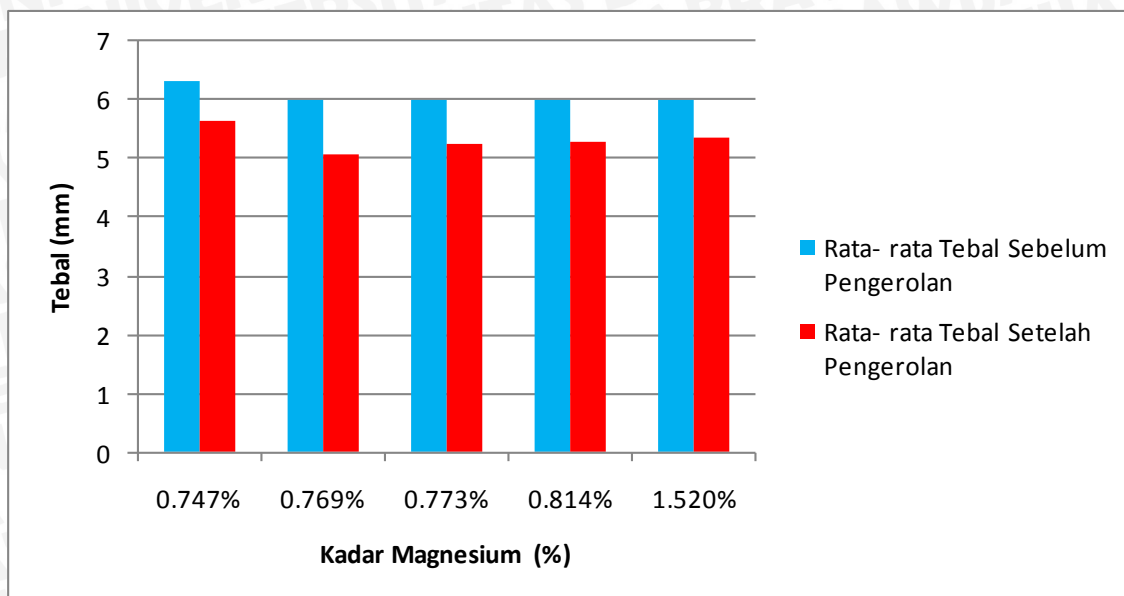
Gambar 4.1: Grafik rata - rata panjang spesimen sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan

Grafik rata – rata lebar spesimen sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan



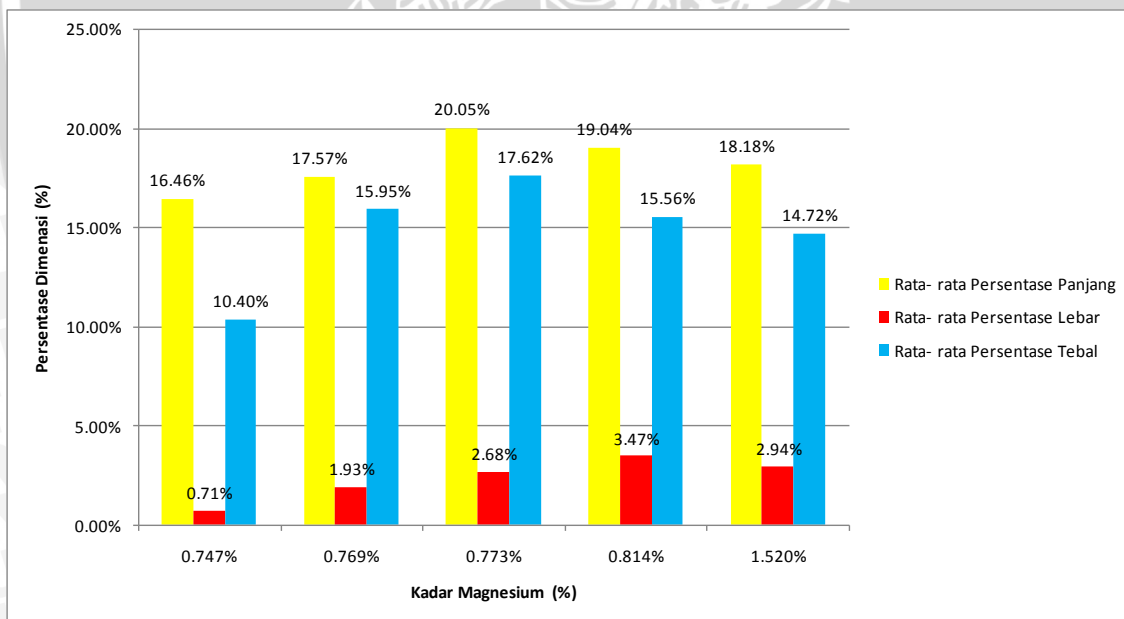
Gambar 4.2: Grafik rata - rata lebar spesimen sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan

Grafik rata – rata tebal spesimen sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan



Gambar 4.3: Grafik rata – rata tebal spesimen sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan

Grafik persentase rata – rata panjang, lebar dan tebal spesimen



Gambar 4.4: Grafik persentase rata – rata panjang, lebar dan tebal spesimen

Dari gambar 4.4 Grafik persentase rata – rata panjang, lebar dan tebal spesimen diperoleh urutan nilai kemampuan bentuk tertinggi mulai dari yang tertinggi hingga terendah secara berurutan adalah sumbu z, sumbu y, sumbu x. Hal ini sesuai dengan arah gaya yang mengarah ke sumbu z adalah yang paling besar, kemudian di ikuti ke arah



sumbu y karena arah sumbu y merupakan arah penekanan untuk pengurangan tebal, kemudian untuk yang terakhir adalah sumbu x, hal ini disebabkan karena pada sumbu x hanya menerima sisa gaya pada proses pengerolan. Rasio rataan penambahan panjang masing – masing sumbu adalah  $z : y : x$  sebesar  $51.3 : 1.2 : 1$ .

Sesuai hipotesis diperoleh semakin rendah kandungan magnesium makan kemampubentukannya semakin tinggi, namun nilai pada persentase kadar magnesium 0.747% dan 0.769% mengalami ketidak sesuaian hasil dari hipotesis (error) yang telah dibuat, karena :

1. Pada presentase magnesium 0.747% sesuai dengan gambar 4.3 Grafik rata – rata tebal spesimen sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan, persentase magnesium 0.747% ini memiliki tebal yang lebih besar. Meninjau rasio kemampubentukan yang terjadi dari masing-masing sumbu, tebal (sumbu y) memerlukan gaya yang lebih besar untuk memperoleh penambahan panjang yang sama dengan spesimen yang lain. Dengan gaya yang sama maka akan diperoleh penambahan panjang yang lebih kecil.
2. Karena proses pembebanan pada pengerolan spesimen tidak digunakan alat ukur sehingga diperkirakan terjadi pembebanan rol yang berbeda. Pembebanan pada persentase 0.747% dan 0.769% bisa jadi lebih kecil.

Efek dari pembebanan yang tidak sama pada semua benda kerja menyebabkan cacat *aligating* seperti pada gambar 4.5 :



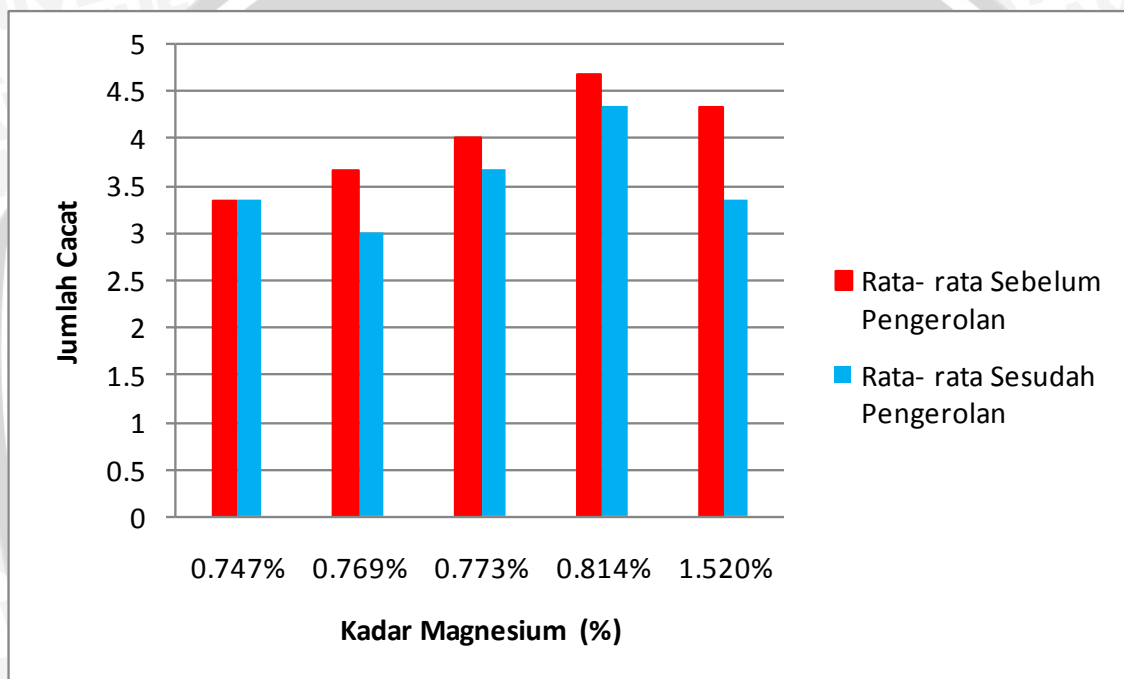
Gambar 4.5 Cacat *aligating*

3. Suhu lingkungan tidak dikondisikan konstan, selain itu bisa terjadi perpindahan panas pada alat pengerolan. Maka dari itu untuk spesimen dengan kadar 0.747%

dan 0.769 % pada proses pengerolan belum mengalami suhu operasi yang optimum.

Dari tabel 4.4 Data Pengujian Cacat yang dilakukan setelah proses pemanasan dan pengerolan, dapat dilihat bahwa cacat permukaan dari benda kerja terlihat perbedaan yang cukup signifikan antara benda kerja pertama, kedua, ketiga, keempat dan kelima. Dari data tersebut maka dapat dibuat menjadi grafik pada gambar 4.6 :

Grafik rata – rata jumlah cacat pada spesimen



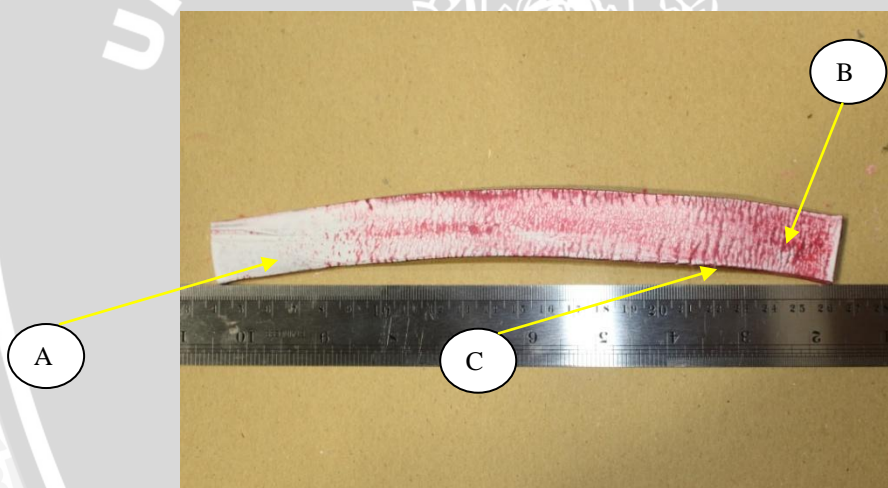
Gambar 4.6: Grafik rata – rata jumlah cacat pada spesimen

Dari gambar 4.6 Grafik rata – rata jumlah cacat spesimen diatas dapat dilihat bahwa cacat setelah pengerolan relative lebih rendah dari cacat sebelum pengerolan. Tetapi pada spesimen yang mengandung 0.747 % magnesium cacat yang terjadi setelah pengerolan sama dengan sebelum pengerolan, ini disebabkan karena pada spesimen pengulangan ketiga terjadi cacat aligatoring yang sangat besar hingga hampir menjadi lingkaran dan juga spesimen ini hanya mengalami satu kali proses pengerolan. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kecenderungan dari spesimen sesudah pengerolan adalah semakin banyak kandungan magnesium maka cacat yang terjadi semakin banyak, tetapi pada spesimen kandungan magnesium 0.769% dan 1.52% mengalami perbedaan. Hal ini berbeda dengan hipotesis yang menyatakan bahwa semakin banyak

kandungan magnesium maka cacat yang terjadi akan semakin banyak. Karena jika semakin banyak kandungan magnesium maka daya rekatnya akan berkurang, hal ini yang menyebabkan terjadinya cacat retak dan patah pada spesimen. Hal ini juga disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya cacat pada spesimen setelah pengerolan. Dari beberapa faktor yang mempengaruhi cacat terdapat kesamaan pada faktor yang mempengaruhi kemempubentukan pengerolan, karena cacat yang terjadi tidal lepas dari proses pengerolan itu sendiri. Dan faktor tersebut diantaranya:

1. Karena proses pembebanan pada pengerolan spesimen tidak digunakan alat ukur sehingga diperkirakan terjadi pembebanan rol yang berbeda. Pembebanan pada persentase 0.747% dan 1.520% bisa jadi lebih kecil.

Berikut ini adalah gamba cacat yang terjadi karena pembebanan pada proses pengerolan tidak merata ditunjukkan pada gambar 4.7 dan gambar 4.8 :



Gambar 4.7 A) Cacat cetakan B) Cacat retak C) Cacat retak tepi

Untuk gambar 4.7 cacat yang terjadi disebabkan karena pada proses pengerolan benda kerja memasuki mesin pengerolan dengan keadaan tidak lurus. Serta pembebanan pada proses pengerolan benda kerja tidak merata. Maka dari itu hasil dari pengerolan terjadi cacat cetakan yang membuat benda kerja tidak bisa lurus atau bengkok.



Gambar 4.8 Cacat patah

2. Karena gaya yang berbeda menyebabkan cacat tidak selalu timbul pada pengerolan pertama, sehingga dilakukan pengulangan yang berbeda dari masing-masing spesimen. Langkah pengulangan ini bisa jadi merupakan penyebab terjadinya cacat tambahan.

Gambar dibawah ini merupakan cacat yang terjadi karena menerima pembebanan yang tidak sama pada proses pengulangan pengerolan pada gambar 4.9 :



Gambar 4.9 Cacat kerataan

Untuk keterangan penunjukan cacat sebelum pengerolan dan sesudah pengerolan pada spesimen dapat dilihat dalam lampiran. Dan dalam lampiran juga dapat dilihat foto benda kerja sebelum pengerolan dan juga benda kerja setelah pengerolan yang lengkap dengan hasil pengujian NDT (cairan penetran).