

**BAB IV
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Analisa Statistik dan Perhitungan

Dari hasil proses pengerolan aluminium seri 5120 dengan suhu pemanasan mula 100 °C sampai dengan 300 °C didapatkan data hasil pengukuran. Data hasil pengukuran berupa data kekerasan, kekuatan tarik bahan dan foto struktur mikro aluminium seri 5120, data tersebut yang akan digunakan sebagai bahan analisa.

4.1.1 Pengujian Kekerasan Bahan

Tabel 4.1 Data Kekerasan Bahan (BHN)

Ulangan	Suhu Pemanasan Mula (°C)				
	100	150	200	250	300
1	64,60	57,03	51,86	43,50	36,87
2	63,12	57,84	51,84	42,15	37,60
3	63,77	59,68	51,09	41,41	36,84
4	62,52	57,98	51,60	40,25	36,37
5	62,60	57,72	52,02	41,35	35,82
6	61,96	58,28	49,44	42,22	35,06
	378,57	348,53	307,85	250,88	218,56
Rata-rata	63,09	58,09	51,31	41,81	36,43

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pemanasan mula pada proses pengerolan aluminium seri 5120 terhadap kekerasan, maka dibuat suatu analisa varian.

Jumlah seluruh perlakuan

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} = 378,57 + 348,53 + 307,85 + 250,88 + 218,56$$

$$= 1.504,39$$

Jumlah kuadrat seluruh perlakuan

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2 = 23.890,45 + 20.249,43 + 15.799,99 + 10.496,07 + 7.965,40$$

$$= 78.401,34$$

Faktor koreksi (Fk) :

$$\begin{aligned}
 Fk &= \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k . Y_{ij} \right]^2}{n.k} \\
 &= \frac{(1.504,39)^2}{6 \times 5} \\
 &= 75.439,64
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat total (JKT) :

$$\begin{aligned}
 JKT &= \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k . Y_{ij}^2 \right] - Fk \\
 &= 78.401,34 - 75.439,64 \\
 &= 2.961,70
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat perlakuan (JKP) :

$$\begin{aligned}
 JKP &= \left[\frac{\sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^n . Y_{ij} \right)^2}{n} \right] - Fk \\
 &= \frac{470.269,28}{6} - 75.439,64 \\
 &= 2.938,57
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat galat (JKG) :

$$\begin{aligned}
 JKG &= JKT - JKP \\
 &= 2.961,70 - 2.938,57 \\
 &= 23,13
 \end{aligned}$$

Kuadrat tengah perlakuan (KTP) :

$$\begin{aligned}
 KTP &= \frac{JKP}{\text{dBper}} \\
 &= \frac{2.938,57}{4} \\
 &= 734,6425
 \end{aligned}$$

Kuadrat tengah galat (KTG) :

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= \frac{\text{JKG}}{\text{dBgalat}} \\ &= \frac{23,13}{25} \\ &= 0,9252 \end{aligned}$$

F hitung :

$$\begin{aligned} \text{Fhitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} \\ &= \frac{734,6425}{0,9252} \\ &= 794,036 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan statistik dihasilkan tabel analisa varian satu arah kekerasan aluminium seri 5120 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Analisa Varian Satu Arah

Sumber Varian	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	4	2.938,57	734,6425		
Galat	25	23,13	0,9252	794,036	2,76
Total	29	2.961,70			

Ternyata dari perhitungan tersebut terlihat bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang berarti terdapat pengaruh nyata antara suhu pemanasan mula 100 °C sampai dengan 300 °C pada proses pengerolan aluminium seri 5120 terhadap kekerasan bahan dengan tingkat signifikansi () 5 % atau tingkat keyakinan 95 % faktor koreksi (f_k).

Dari data di atas dengan variabel bebas dan terikatnya dapat dilakukan perhitungan secara matematik yaitu dengan persamaan regresi linear, dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$

Untuk memudahkan dalam mencari persamaan regresi linear data dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Tabel Perhitungan Regresi

No	X	Y	X ²	XY
1	100	64,60	10000	6460
2	100	63,12	10000	6312
3	100	63,77	10000	6377
4	100	62,52	10000	6252
5	100	62,60	10000	6260
6	100	61,96	10000	6196
7	150	57,03	22500	8554,5
8	150	57,84	22500	8676
9	150	59,68	22500	8952
10	150	57,98	22500	8697
11	150	57,72	22500	8658
12	150	58,28	22500	8742
13	200	51,86	40000	10372
14	200	51,84	40000	10368
15	200	51,09	40000	10218
16	200	51,60	40000	10320
17	200	52,02	40000	10404
18	200	49,44	40000	9888
19	250	43,50	62500	10875
20	250	42,15	62500	10537,5
21	250	41,41	62500	10352,5
22	250	40,25	62500	10062,5
23	250	41,35	62500	10337,5
24	250	42,22	62500	10555
25	300	36,87	90000	11061
26	300	37,60	90000	11280
27	300	36,84	90000	11052
28	300	36,37	90000	10911
29	300	35,82	90000	10746
30	300	35,06	90000	10518
Σ	6000	1504,39	1350000	279994,5

Untuk memperoleh koefisien regresi dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Persamaan 1 $n \cdot a + x \cdot b = y$

Persamaan 2 $x \cdot a + x^2 \cdot b = xy$

$$30 a + 6000 b = 1504,39 \dots\dots\dots(1)$$

$$6000 a + 1350000 b = 279994,5 \dots\dots\dots(2)$$

Dengan menyelesaikan persamaan-persamaan di atas, maka dapat diperoleh harga koefisien regresi yaitu : $a = 77,991$; $b = -0,139223333$

Sehingga diperoleh persamaan regresi kekerasan aluminium seri 5120 akibat proses pengerolan dengan pemanasan mula dari 100°C sampai dengan 300°C yaitu :

$$y_p = 77,991 - 0,139223333x$$

dengan : y_p = persamaan laju kekerasan

x = suhu pemanasan mula dari 100°C sampai dengan 300°C

Untuk perhitungan koefisien korelasi dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.4 Perhitungan Regresi

No	X	Y	$(Y -)^2$	Y_p	$(Y_p -)^2$
1	100	64,6	208,9084801	64,068667	193,8313747
2	100	63,12	168,3160268	64,068667	193,8313747
3	100	63,77	185,6042934	64,068667	193,8313747
4	100	62,52	153,1076268	64,068667	193,8313747
5	100	62,6	155,0938134	64,068667	193,8313747
6	100	61,96	139,5627201	64,068667	193,8313747
7	150	57,03	47,38486678	57,1075005	48,45784832
8	150	57,84	59,19250678	57,1075005	48,45784832
9	150	59,68	90,89080011	57,1075005	48,45784832
10	150	57,98	61,36633344	57,1075005	48,45784832
11	150	57,72	57,36042678	57,1075005	48,45784832
12	150	58,28	66,15653344	57,1075005	48,45784832
13	200	51,86	2,936653444	50,146334	4,44444E-13
14	200	51,84	2,868506778	50,146334	4,44444E-13
15	200	51,09	0,890506778	50,146334	4,44444E-13
16	200	51,6	2,113146778	50,146334	4,44444E-13
17	200	52,02	3,510626778	50,146334	4,44444E-13
18	200	49,44	0,498906778	50,146334	4,44444E-13
19	250	43,5	44,17374678	43,1851675	48,45782976
20	250	42,15	63,94134678	43,1851675	48,45782976
21	250	41,41	76,32352011	43,1851675	48,45782976
22	250	40,25	97,93741344	43,1851675	48,45782976
23	250	41,35	77,37548011	43,1851675	48,45782976
24	250	42,22	62,82676011	43,1851675	48,45782976
25	300	36,87	176,2610268	36,224001	193,8313376
26	300	37,6	157,4104801	36,224001	193,8313376
27	300	36,84	177,0585068	36,224001	193,8313376
28	300	36,37	189,7873601	36,224001	193,8313376
29	300	35,82	205,2438268	36,224001	193,8313376
30	300	35,06	227,5974534	36,224001	193,8313376
Σ	6000	1504,39	2961,699697	1504,39002	2907,470342

Dengan data di atas diperoleh koefisien korelasi sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{\sum (Y_p - \tilde{Y})^2}{\sum (Y - \tilde{Y})^2} = \frac{2907,470342}{2961,699697} = 0,981689786$$

4.1.2 Pengujian Kekuatan Tarik

Tabel 4.5 Data Kekuatan Tarik Bahan (Mpa)

Ulangan	Suhu Pemanasan Mula (°C)				
	100	150	200	250	300
1	221,344	192,126	185,098	157,480	149,606
2	221,875	194,510	184,252	162,500	156,250
3	222,222	196,078	180,237	161,569	153,086
4	225,882	192,126	181,818	157,480	153,125
5	228,125	190,476	182,677	161,905	151,181
6	223,622	191,304	182,677	164,063	148,617
	1343,070	1156,620	1096,759	964,997	911,865
Rata-rata	223,845	192,770	182,793	160,833	151,978

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pemanasan mula pada proses pengerolan aluminium seri 5120 terhadap kekuatan tarik, maka dibuat suatu analisa varian.

Berdasar data yang tercantum seperti pada tabel 4.5 maka akan dibuat analisis variannya dengan cara yang sama seperti pada perhitungan analisis varian kekerasan didepan.

Untuk hasil uji analisis varian kita buat tabel analisa varian satu arah :

Tabel 4.6 Analisis Varian Satu Arah

Sumber Varian	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	4	19.295,81	4.823,953		
Galat	25	145,38	5,8152	829,542	2,76
Total	29	19.441,19			

Ternyata dari perhitungan tersebut terlihat bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ sehingga H_0 ditolak, yang berarti terdapat pengaruh nyata antara suhu pemanasan mula dari 100 °C sampai dengan 300 °C pada proses pengerolan aluminium seri 5120 terhadap kekuatan tarik dengan tingkat signifikansi (α) 5% atau tingkat keyakinan 95 % faktor koreksi (f_k).

Dari data di atas dengan variabel bebas dan terikatnya dapat dilakukan perhitungan secara matematik yaitu dengan persamaan regresi linear, dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$

Dengan cara yang sama dengan perhitungan regresi untuk data kekerasan didapatkan persamaan regresi dan R^2 untuk kekuatan tarik :

$$Y_p = 252,712333 - 0,351336667 x$$

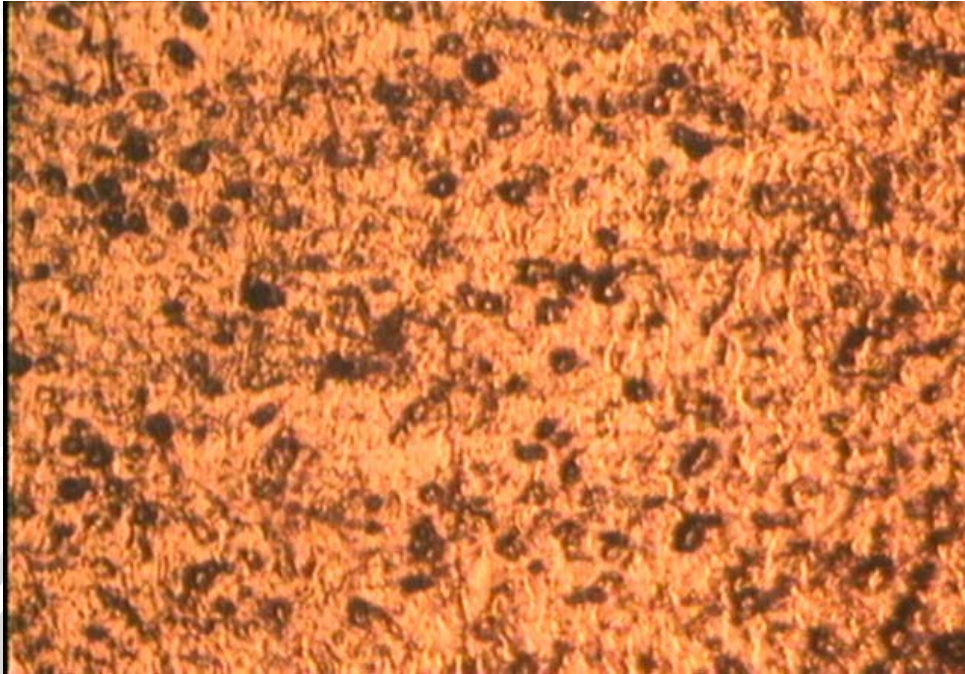
Dengan Y_p = persamaan laju kekuatan tarik ; x = suhu pemanasan mula dari 100 °C sampai dengan 300 °C ; y = laju kekuatan tarik

$$R^2 = \frac{\sum (Y_p - \tilde{Y})^2}{\sum (Y - \tilde{Y})^2} = \frac{18515,61804}{19443,60515} = 0,952272888$$

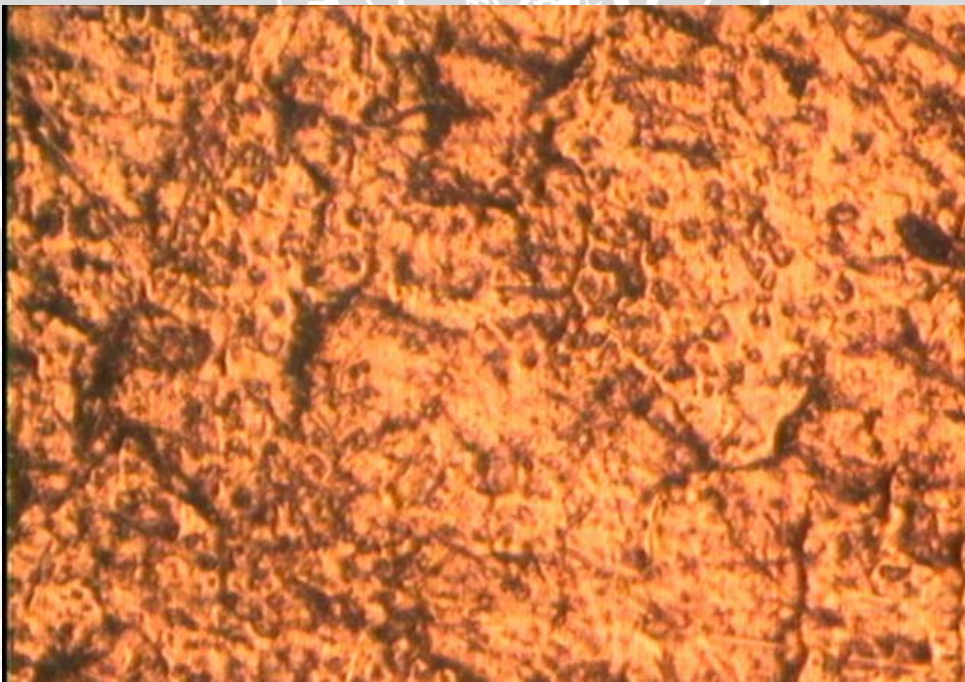
4.1.3 Foto Struktur Mikro Aluminium Seri 5120



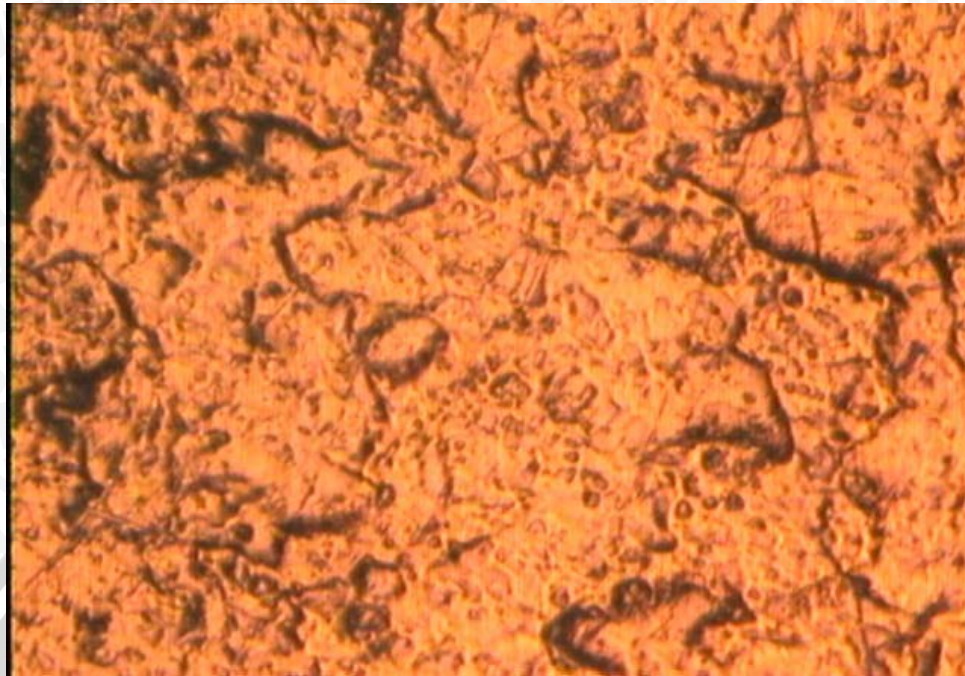
Gambar 4.1 Foto Struktur Mikro Aluminium seri 5120, dengan suhu pemanasan mula 100 °C dan pembesaran 100 X



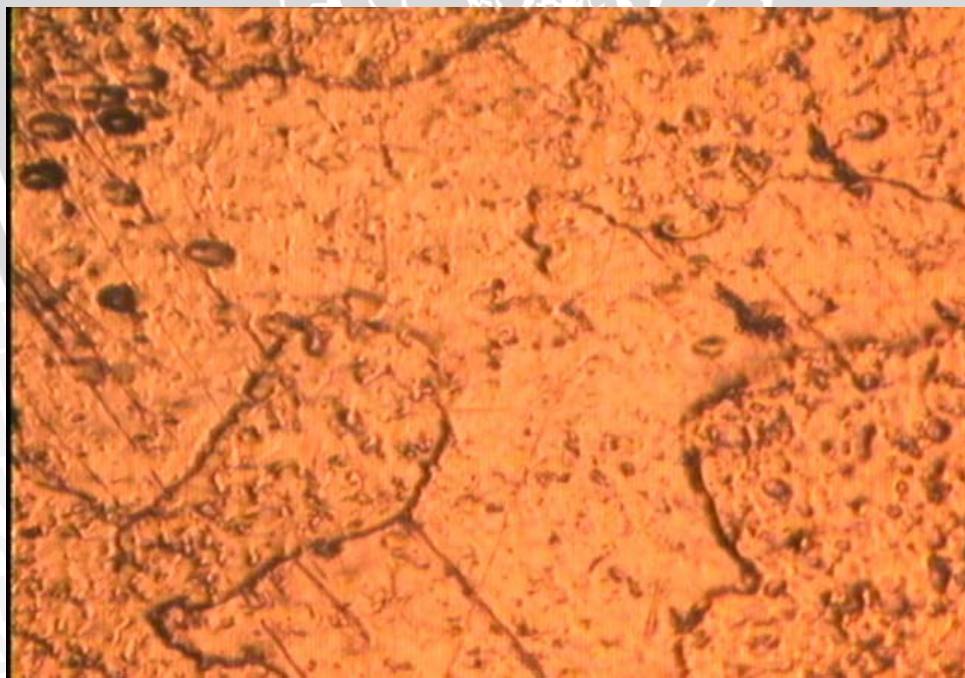
Gambar 4.2 Foto Struktur Mikro Alumininum seri 5120, dengan suhu pemanasan mula 150 °C, pembesaran 100 X



Gambar 4.3 Foto Struktur Mikro Alumininum seri 5120, dengan pemanasan mula 200 °C
Pembesaran 100 X



Gambar 4.4 Foto Struktur Mikro Aluminium seri 5120, dengan pemanasan mula 250 °C
Pembesaran 100 X



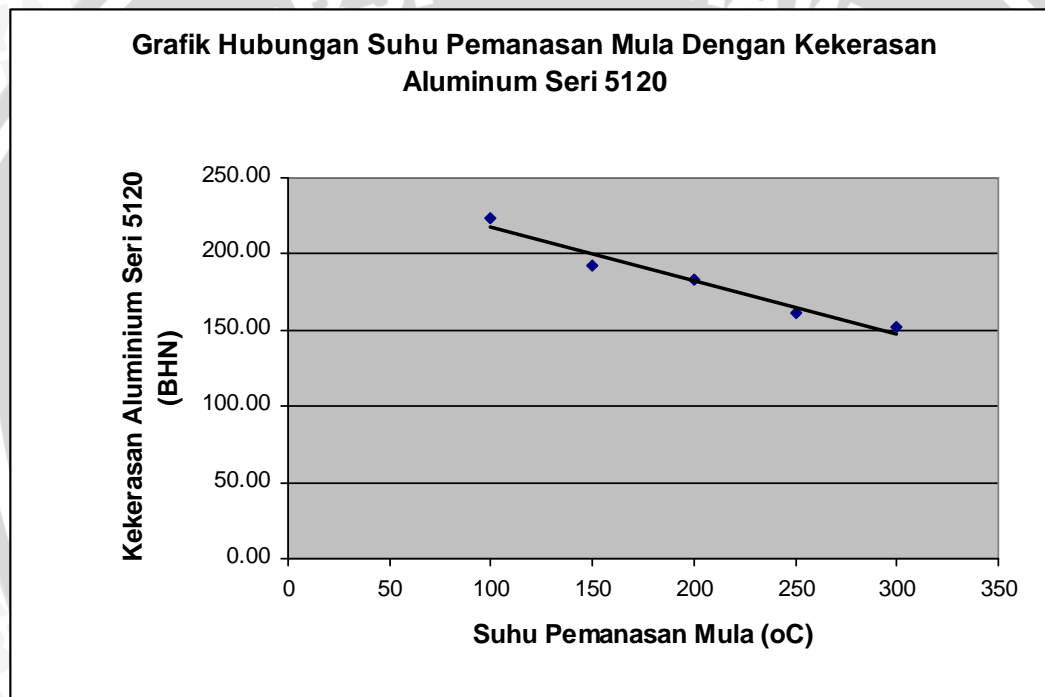
Gambar 4.5 Foto Struktur Mikro Aluminium seri 5120, dengan pemanasan mula 300 °C
Pembesaran 100 X

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisa Pengujian Kekerasan

Berdasarkan data yang diperoleh pada saat penelitian menunjukkan kekerasan rata-rata aluminium seri 5120 pada proses pengerolan dengan variasi suhu 100 °C sampai dengan 300 °C mengalami penurunan.

Dari tabel 4.2 (tabel analisa varian satu arah) diperoleh $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini menunjukkan bahwa variasi temperatur pemanasan mula yang diberikan pada proses pengerolan aluminium seri 5120 mempunyai pengaruh yang nyata terhadap penurunan kekerasan aluminium seri 5120



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Suhu Pemanasan Mula Dengan Kekerasan Aluminium seri 5120

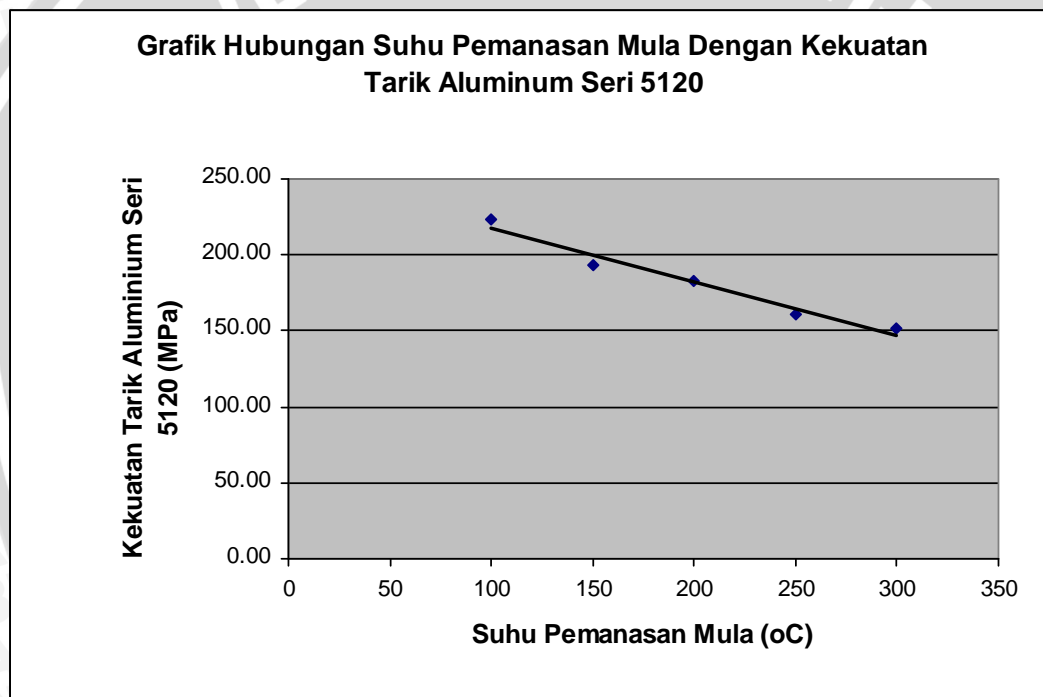
Dari analisa regresi untuk kekerasan bahan , hubungan antara kekerasan bahan dengan temperatur pemanasan mula terlihat dari grafik bahwa kekerasan turun secara linear yang didekati dengan persamaan $Y = 77,991 - 0,139223333x$, dengan $R^2 = 0,981689786$. Hal ini dikarenakan dengan semakin meningkatnya suhu kerja pada proses pengerolan aluminium seri 5120, akan memudahkan pergerakan dislokasi dan menurunkan tegangan sisa. Deformasi yang permanen pada proses pengerolan aluminium seri 5xxx akan menyebabkan pembentukan struktur butiran yang kasar.

Dengan semakin kecil tegangan sisa pada aluminium seri 5120 dan struktur butiran yang kasar, menyebabkan kekerasan aluminium seri 5120 menurun.

4.2.2 Analisis Pengujian Tarik

Berdasarkan data yang diperoleh pada saat penelitian menunjukkan kekuatan tarik rata-rata aluminium seri 5120 pada proses pengerolan dengan variasi suhu 100 °C sampai dengan 300 °C mengalami penurunan.

Dari tabel 4.6 (tabel analisa varian satu arah) diperoleh $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini menunjukkan bahwa variasi temperatur pemanasan mula yang diberikan pada proses pengerolan aluminium seri 5120 mempunyai pengaruh yang nyata terhadap penurunan kekuatan tarik aluminium seri 5120.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Suhu Pemanasan Mula Dengan Kekuatan Tarik Aluminium seri 5120

Dari analisa regresi untuk kekerasan bahan , hubungan antara kekuatan tarik bahan dengan temperatur pemanasan mula terlihat dari grafik bahwa kekuatan tarik turun secara linear yang didekati dengan persamaan $Y = 252,712333 - 0,351336667 x$, dengan $R^2 = 0,952272888$. Hal ini dikarenakan dengan semakin meningkatnya suhu kerja pada proses pengerolan aluminium seri 5120, akan menurunkan tegangan sisa, memudahkan pembentukan dan pergerakan dislokasi. Deformasi yang permanen pada

proses pengerolan aluminium seri 5120 akan menyebabkan pembentukan struktur butiran yang kasar. Selain itu dengan semakin menurunnya tegangan sisa, maka *duktilitas* aluminium seri 5120 akan meningkat. Dengan semakin meningkatnya *duktilitas*, maka regangan akan meningkat namun kekuatan tarik aluminium seri 5120 akan menurun.

4.2.3 Analisa Struktur Mikro

Berdasarkan pengamatan pada foto struktur mikro aluminium seri 5120 seperti gambar 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5, struktur butiran mengalami pembesaran atau semakin kasar dan juga terlihat bahwa semakin besar temperatur pemanasan mula maka akan semakin besar perubahan fase butiran dari paduan aluminium seri 5120, dimana tampak butiran semakin kasar, dengan semakin kasar butiran maka sifat mekanik dari aluminium seri 5120 akan berubah. Hal ini terlihat dari semakin besar temperatur pemanasan mula dari 100 °C sampai dengan 300 °C, maka kekerasan dan kekuatan tarik aluminium seri 5120 akan semakin menurun.

