

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

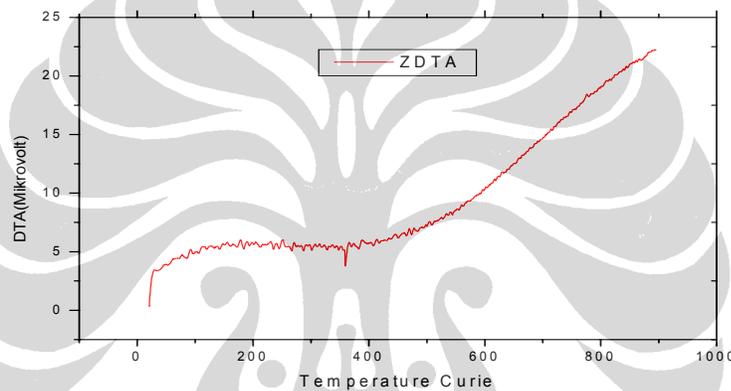
4.1 HASIL

Hasil dari pengukuran dari FeSi, didapatkan data-data yang berasal dari berbagai peralatan DTA, XRD, Fotomikro, yaitu

4.1.1 Hasil pengukuran suhu curie FeSi dengan DTA

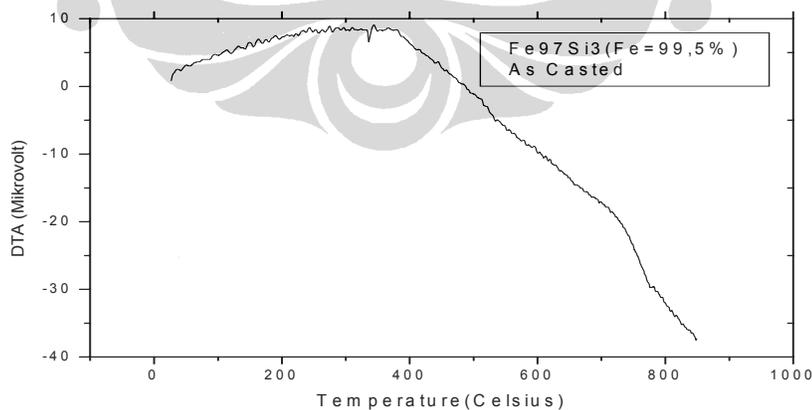
Pada gambar dibawah ini menunjukkan data hasil DTA pada pengukuran zero DTA,

yaitu:



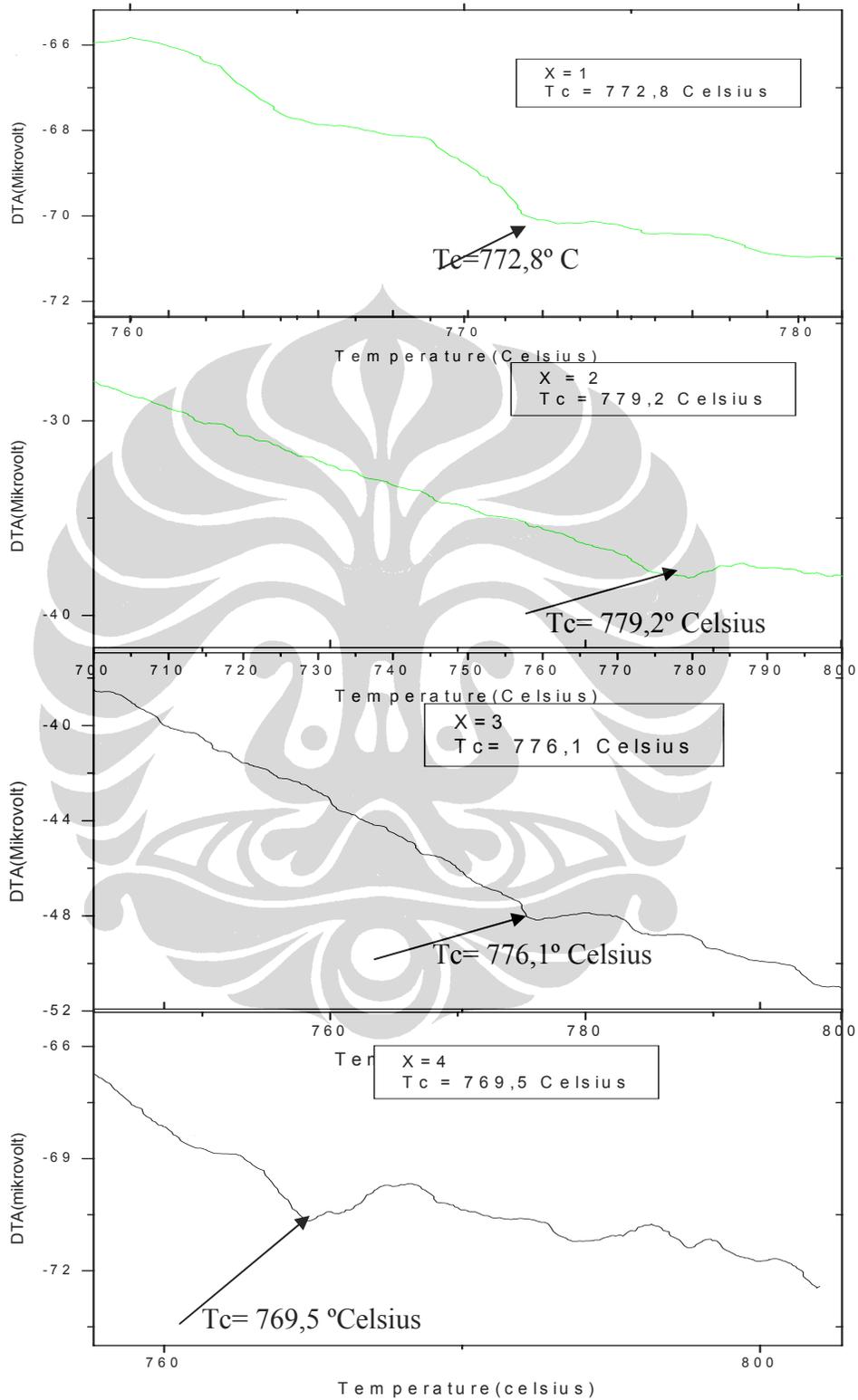
Gambar 4.1 Grafik Zero DTA untuk suhu dari 25°C sampai dengan 850 °C

Gambar dibawah ini adalah contoh dari salahsatu hasil pengukuran $Fe_{100-x}Si_x(x=3)$ *as cast* dengan pengukuran dari suhu 25° Celsius sampai dengan 850° Celsius.



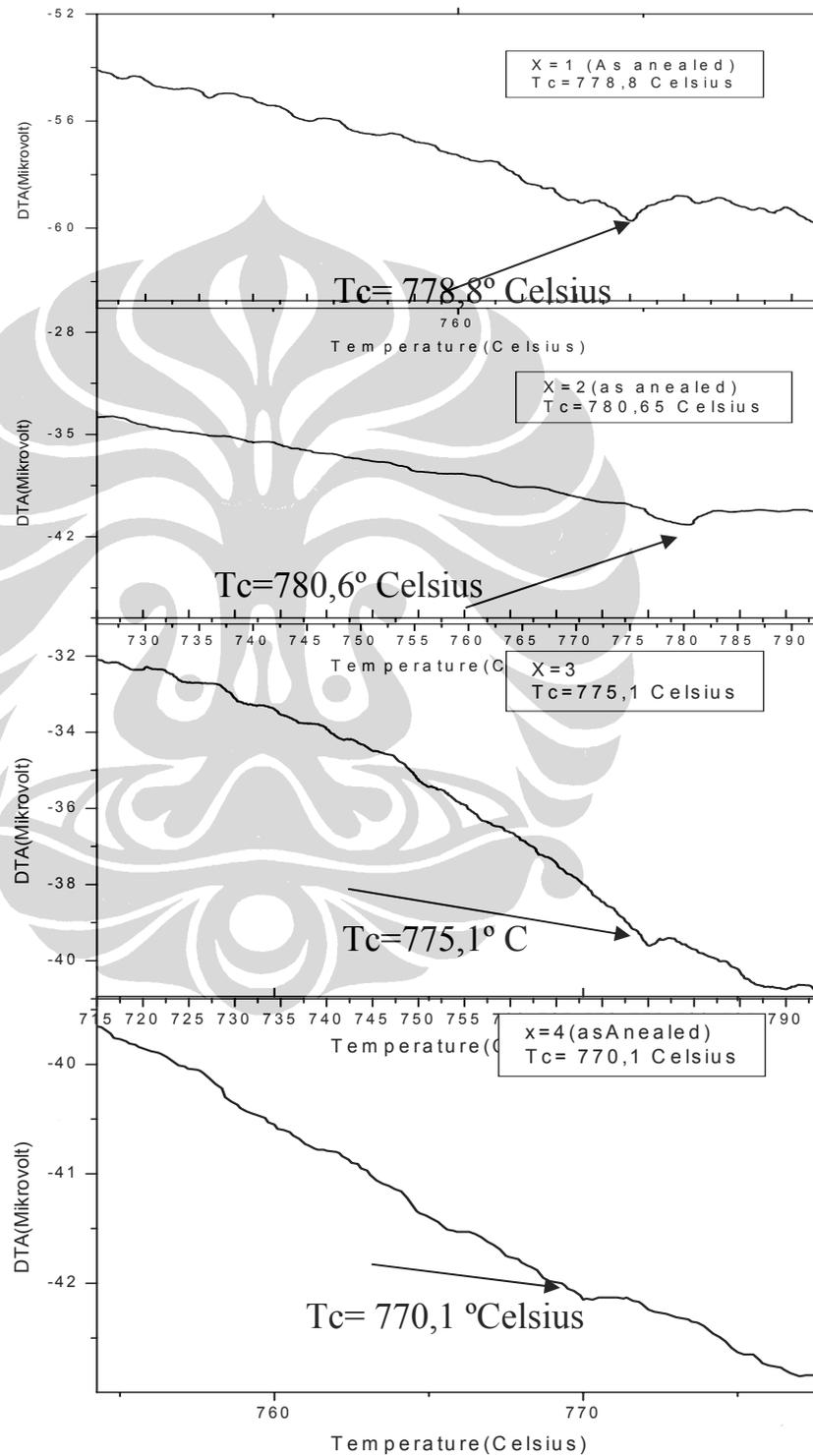
Gambar 4.2 Grafik hasil DTA $Fe_{100-x}Si_x(x=3)$ dengan kemurnian Fe=99,5% *as casted* ditunjukkan dari temperatur 25 °C sampai dengan 850 °C

Gambar dibawah ini adalah hasil pengukuran DTA dari $Fe_{100-x}Si_x$, untuk $x=1,2,3$, dan 4
(Fe=99,5%) as casted



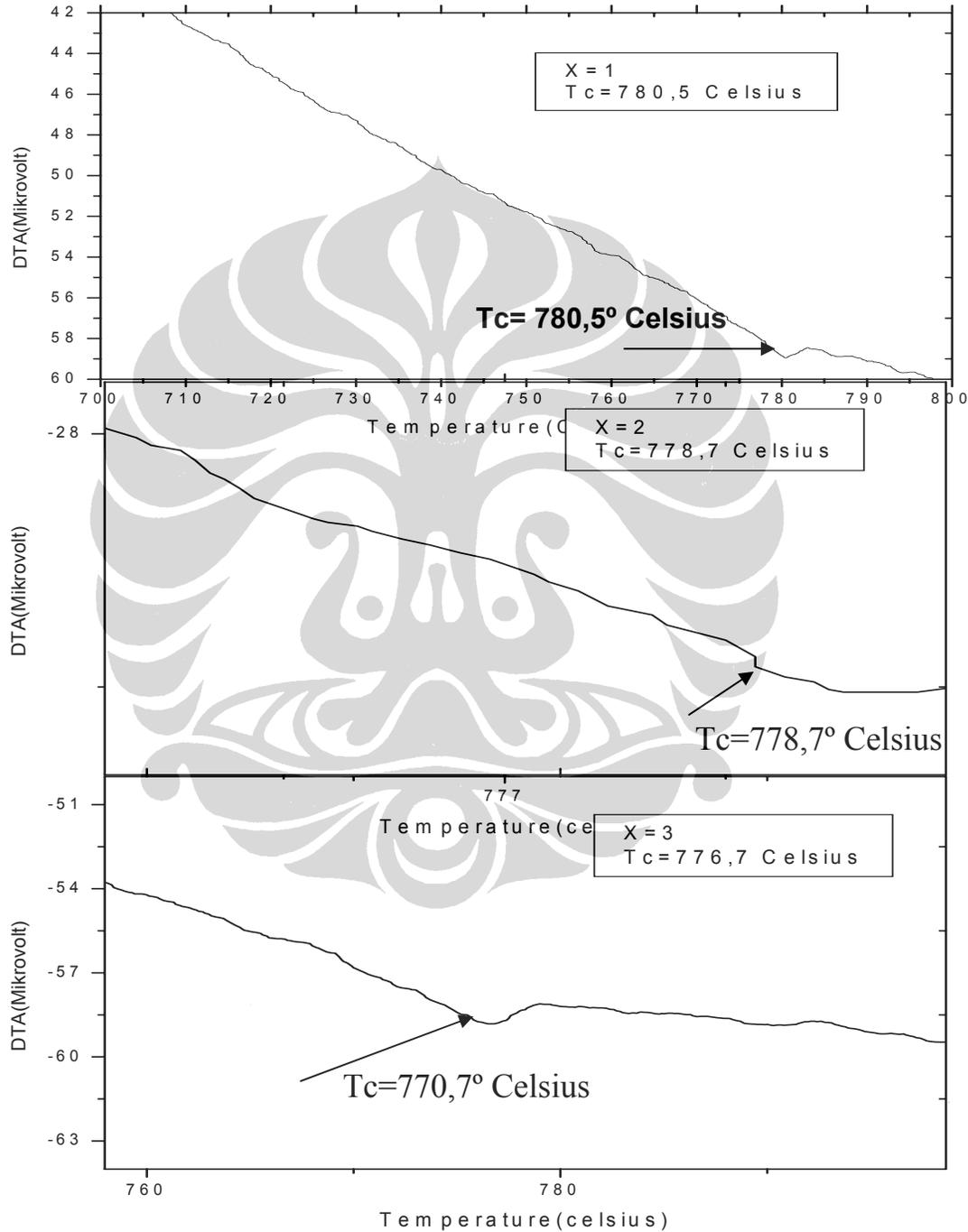
Gambar4.3 temperature curie untuk $Fe_{1-x}Si_x$ (Fe=99,5%), dimana X=1,2,3 dan 4 as casted.

Pada gambar dibawah ini adalah gambar yang menyatakan suhu curie $Fe_{100-x}Si_x$ (Fe=99,5%) untuk sampel *as annealed*



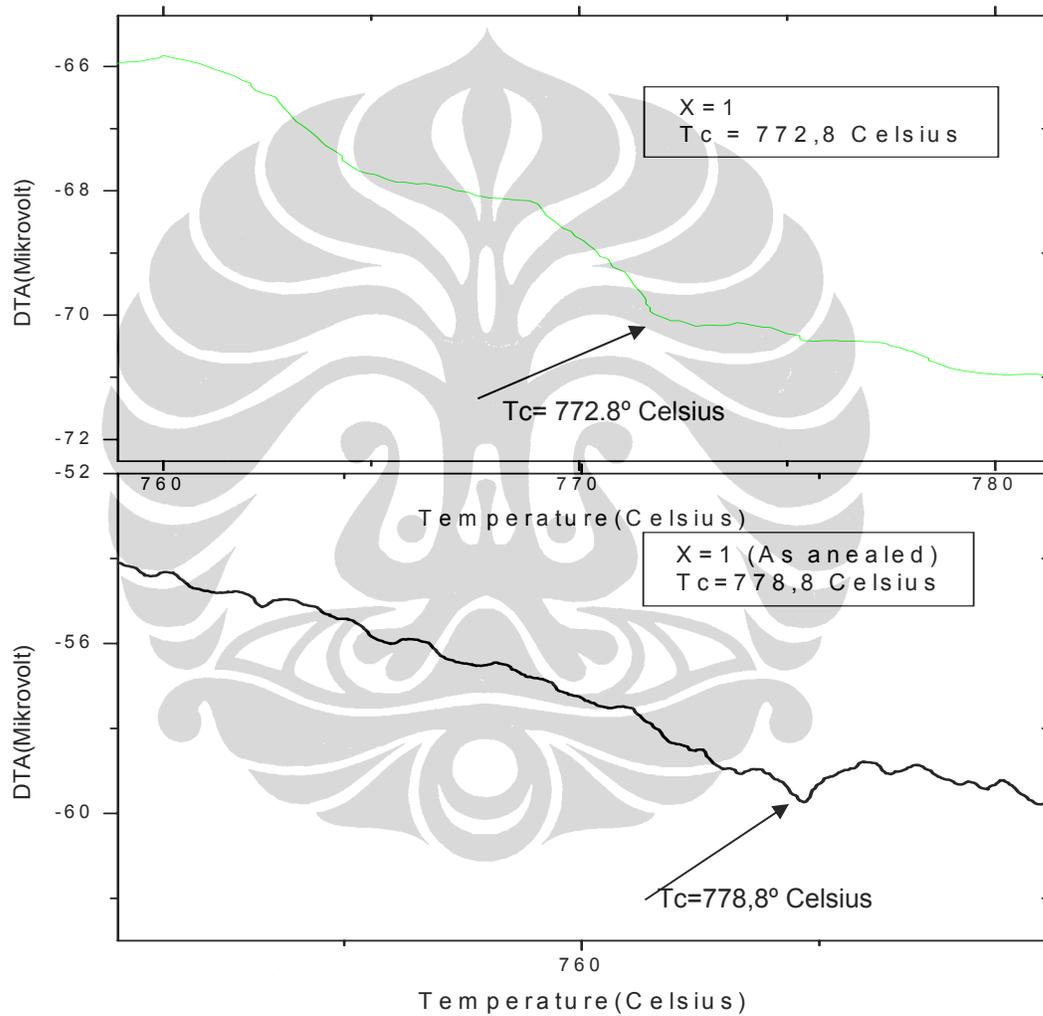
Gambar4.4 Grafik pengukuran DTA pada sampel $Fe_{100-x}Si_x$ ($x=1,2,3,4$) as *annealed* untuk kemurnian Fe = 99,5%. Temperatur Curie ditunjukkan oleh tanda panah. Terlihat terjadi penurunan temperature Curie dengan bertambahnya Si.

Pada gambar dibawah ini adalah hasil pengukuran DTA untuk sampel $Fe_{100-x}Si_x$ ($x=1,2,3,4$) as casted dengan kemurnian Fe=99,97%) .



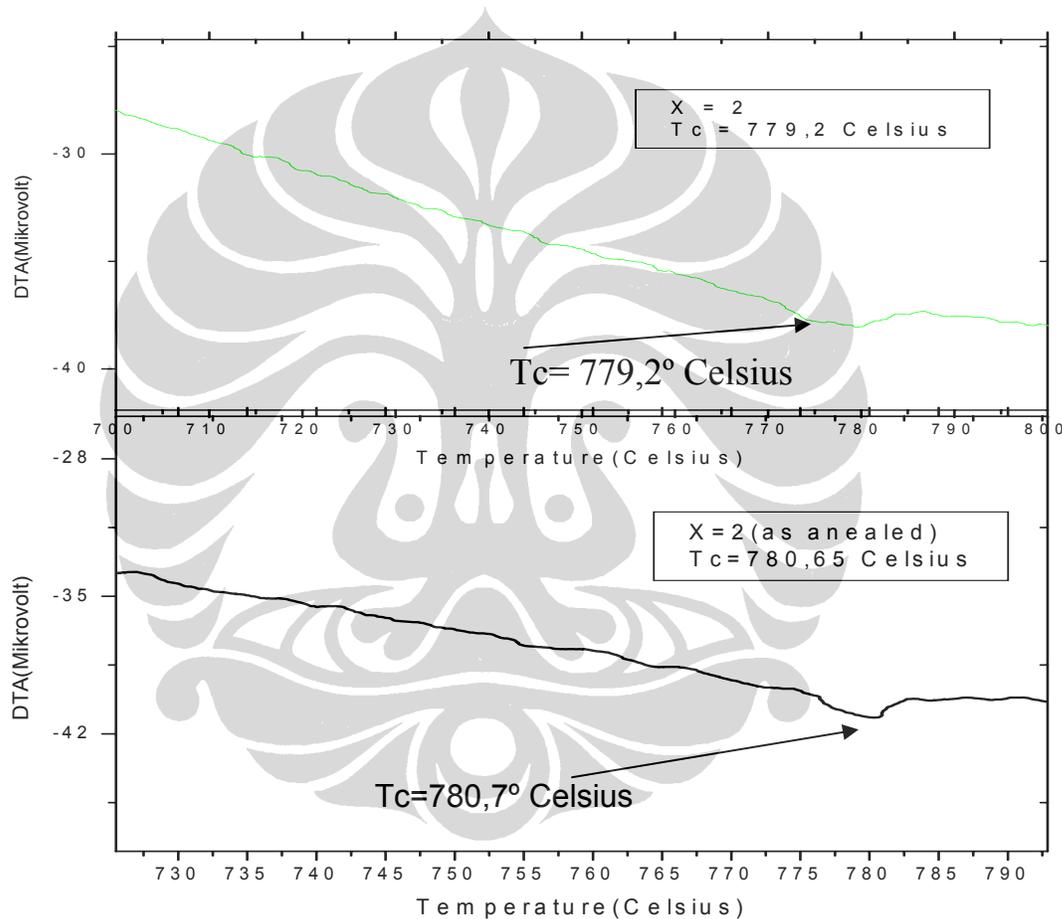
Gambar4.5 Grafik DTA $Fe_{100-x}Si_x$ ($x = 1,2,3$) untuk sampel as cast kemurnian Fe = 99,97%. Temperatur Curie terjadi penurunan, seperti yang ditunjukkan tanda panah.

Gambar 4.6 dibawah ini menyatakan grafik perbandingan temperature curie untuk $Fe_{100-x}Si_x$ dengan kemurnian $Fe=99.5\%$ *as cast* dan *as annealed*



Gambar 4.6 Hasil pengukuran DTA antara sampel *as casted* dengan *as annealed* $Fe_{100-x}Si_x$ ($x=1$) kemurnian 99,5% terlihat temperatur Curie *As Annealed* lebih tinggi dibandingkan dengan *as casted*.

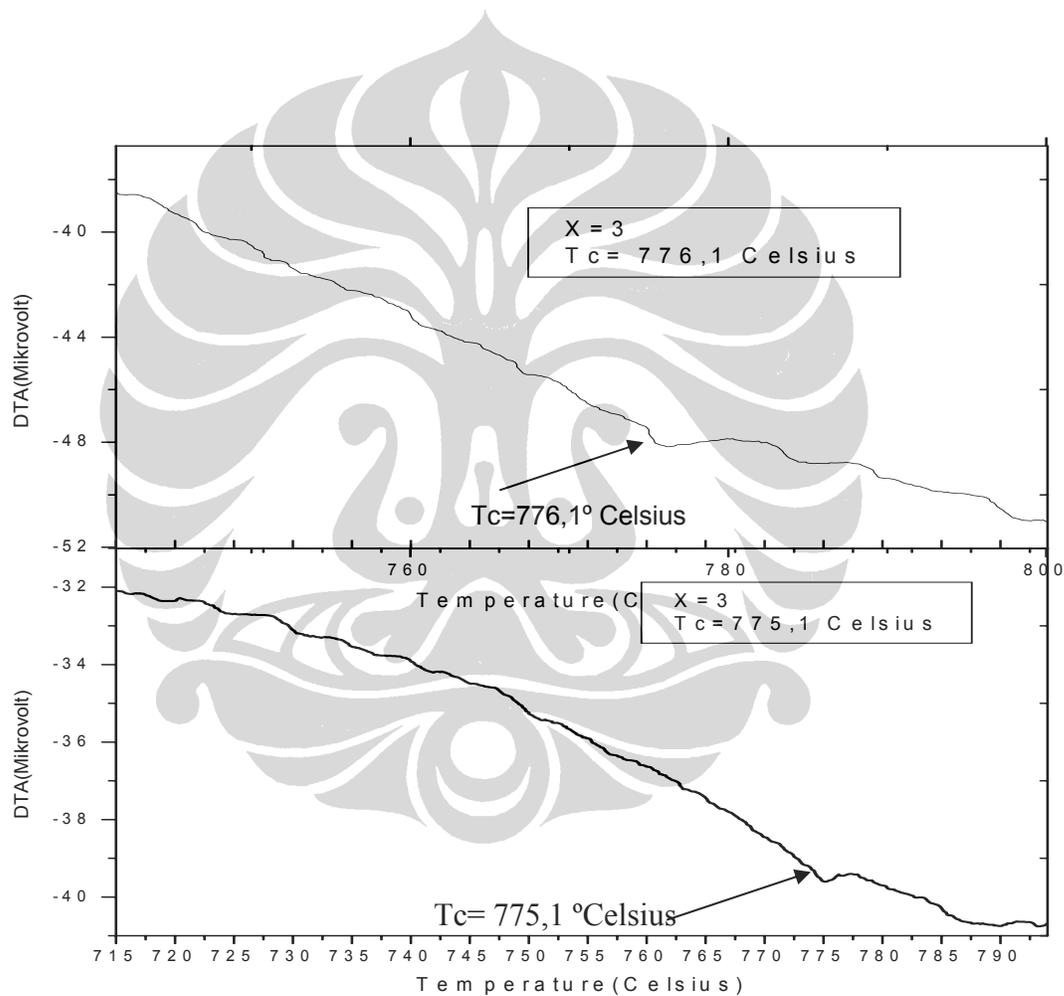
Pada **gambar 4.6** terlihat grafik antara sample *as casted* dan *as annealed* untuk $Fe_{100-x}Si_x$ untuk $x=1$ dengan kemurnian $Fe=99,5\%$, pada perbandingan ini terlihat temperature curie *as annealed* lebih besar dibandingkan dengan *as casted*. Perubahan temperature berkisar 6 derajat Celsius.



Gambar 4.7 Grafik hasil DTA $Fe_{100-x}Si_x$ ($x=2$) untuk kemurnian $Fe = 99,5 \%$ temperatur curie ditunjukkan oleh tanda panah terlihat terjadi kenaikan temperatur Curie untuk *as annealed* dibandingkan *as casted*.

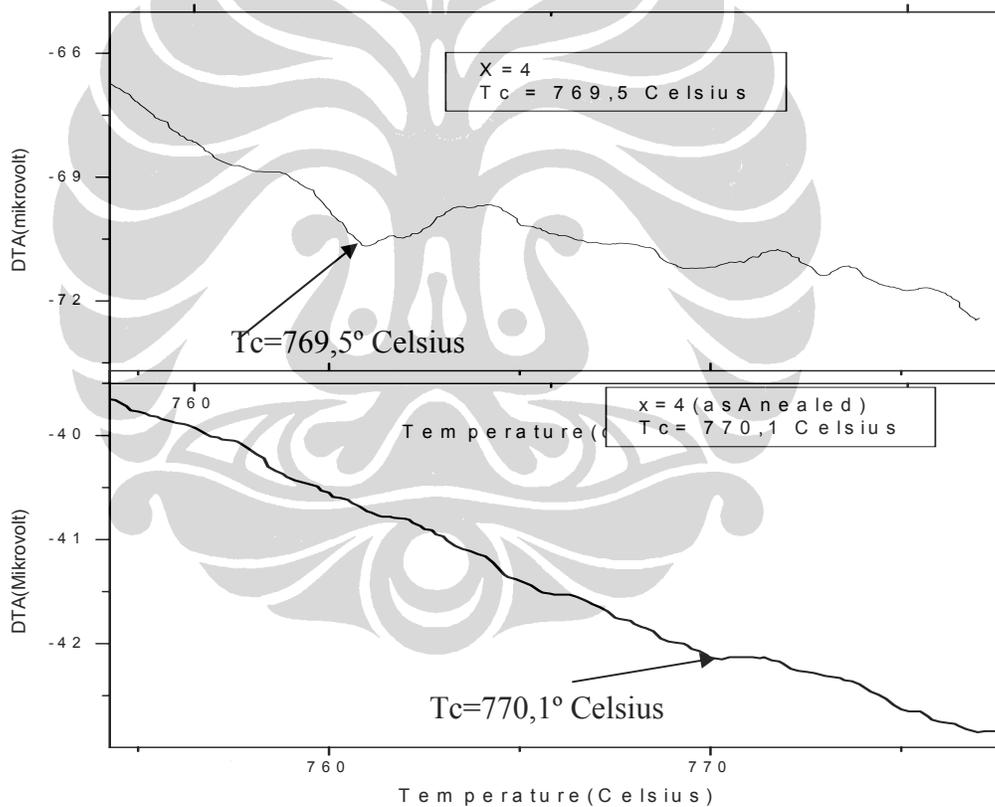
Gambar 4.7 ini adalah grafik DTA *as cast* dan *as annealed* untuk sampel Si 2 persen disini range temperatur dibuat pada temperature antara 700° sampai dengan 800° celsius.

Perubahan temperatur berkisar 1,5 celsius. Temperatur mengalami kenaikan dengan sample *as annealed* lebih tinggi temperatur curie.



Pada gambar 4.8 Perbandingan grafik DTA $\text{Fe}_{100-x}\text{Si}_x$ ($x=3$) untuk kemurnian $\text{Fe}=99,5\%$ *as casted* dan *as annealed*

Pada gambar 4.8 dapat dilihat telah terjadi penurunan temperatur, dimana untuk sampel *as annealed* terjadi penurunan sebesar 1 derajat celsius dibandingkan dengan sampel *as cast*. Disini dibuat range suhu antara 700° sampai dengan 800° celsius.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan hasil DTA $\text{Fe}_{100-x}\text{Si}_x$ sampel *as cast* dan *as annealed* dengan kemurnian Fe=99,5%.

Pada gambar ini terlihat terjadi perubahan suhu antara sampel *as cast* dan *as annealed*, terjadi kenaikan suhu sebesar 0,6 derajat celsius.

Di dalam **tabel-4.1(a)** didapatkan hasil pengukuran dari suhu curie untuk sampel, *as cast* yaitu :**Tabel 4.1.a** temperatur curie untuk sampel $Fe_{100-x} Si_x$ ($x=1,2,3,4$) *as casted* dan *as annealed*

Fe=99,5%As <i>Casted</i>	Temperatur Curie	Fe=99,97%As <i>Casted</i>	Temperatur Curie
% Si		% Si	
1	772,8°C	1	780,5°C
2	779,7°C	2	778,7°C
3	776,1°C	3	776,7°C
4	769,5°C	4	

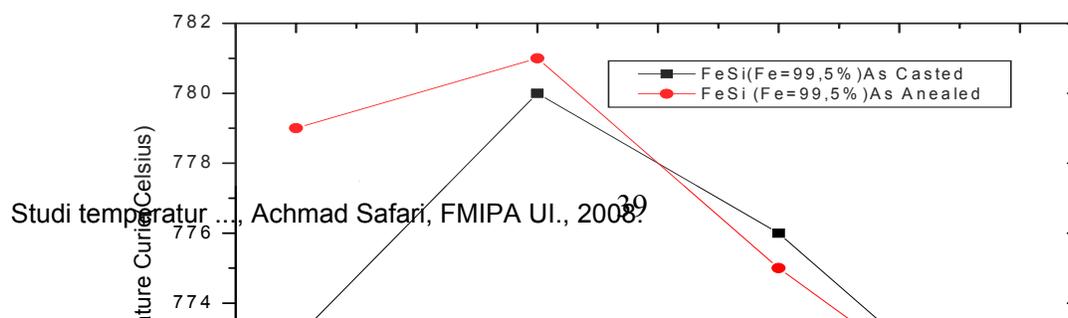
Di dalam **tabel 4.1(b)** didapatkan hasil pengukuran dari suhu curie, untuk sampel Fe=99,5% *as aneal*, yaitu:

Tabel 4.1 b hasil pengukuran temperatur curie $Fe_{100-x}Si_x$ untuk sampel untuk kemurnian Fe=99,97%

Fe=99,5% <i>as annealed</i>	Temperatur Curie
% Si	
1	778,75°C
2	780,65°C
3	775,11°C
4	770,06°C

Didalam bentuk grafik didapatkan hasil pengukuran suhu curie terhadap kenaikan persen Si adalah:

Dalam **gambar 4.1** (a) didapatkan hasil grafik antara sampel Fe 99,5% (*as cast*) dan (*Aneal*) didapatkan perbedaan grafik untuk persentasi penambahan Si antara 1 sampai dengan 4 persen. Pada Si antara 1 sampai dengan 2 persen terlihat sampel 99.5%(aneal) di atas lebih tinggi dari sampel 99,5% dan turun pada persentasi antara 2 sampai dengan 3 persen, sampel kenaikan antara 3 sampai dengan 4 persen terjadi kenaikan.

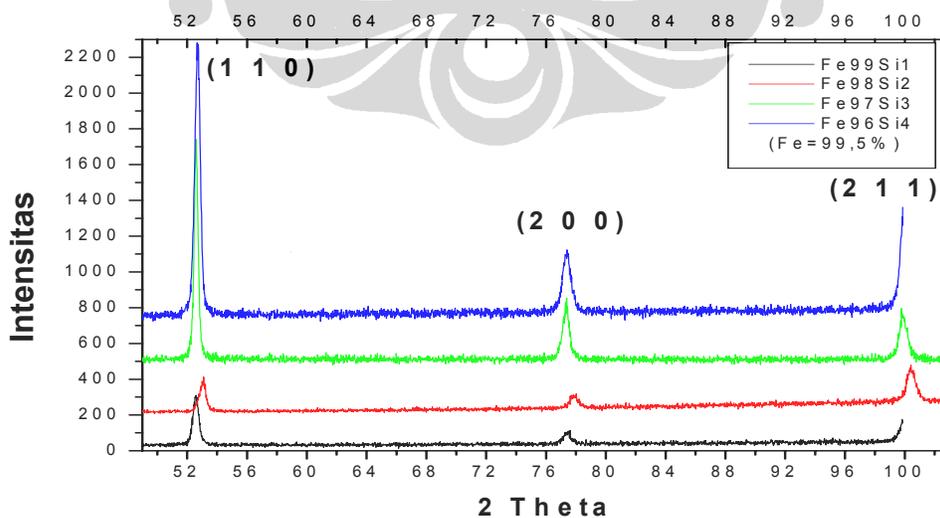


Gambar-4.10. Grafik hasil pengukuran suhu curie terhadap persen Si sampel B (Fe=99.5%) perlakuan *as annealed* dan *as cast*

4.1.2 MIKROSTRUKTUR

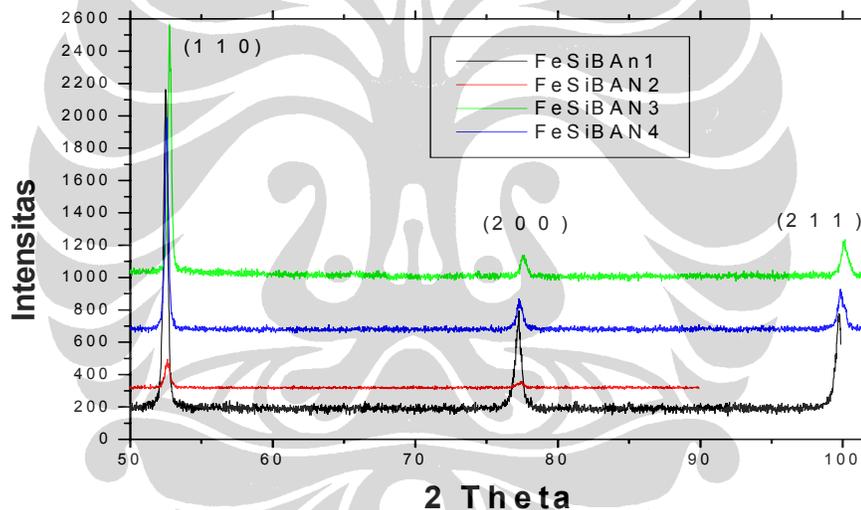
XRD

Hasil XRD FeSi pada sampel B (Fe=99,5%) *As Cast* dan *as Annealed*, sampel kemurnian Fe=99,97% *as cast* dan *as annealed* didapatkan pada gambar 4.11, gambar 4.12, gambar 4.13, dan gambar 4.14 serta bidang-bidang yang dimunculkan. Bidang-bidang tersebut dicocokkan dengan data ICDD tampak bidang kubik dengan space group $Im\bar{3}m$.



Gambar 4.11. Grafik hasil XRD FeSi sampel B (Fe=99,5%) *as cast* yang juga memperlihatkan bidang-bidang yang muncul

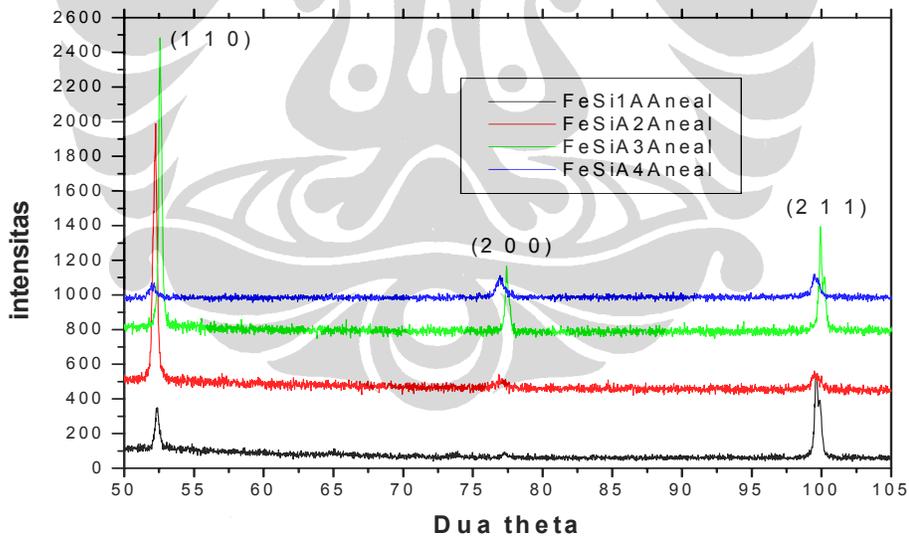
Gambar 4.11 memperlihatkan grafik keadaan XRD untuk sampel B (Fe=99,5%)(*as cast*) dari persen kenaikan antara 1 sampai dengan 4 persen. Terlihat fasa(2 θ) yang ditunjukkan adalah berkisar lebih kurang 52° untuk fasa pertama dengan terjadi kenaikan Intensitas yang tajam untuk fasa sudut yang pertama dari Si 1% ke 4 %. Pada fase yang kedua terjadi pada fasa berkisar 77° untuk setiap kenaikan persentasi Si terlihat intensitasnya semakin meningkat. Pada gambar ini terlihat terjadi pergeseran sudut makin kecil dari Si 1% ke 4% untuk fase sudut pertama, kedua dan ketiga.



Gambar 4.12. Grafik hasil XRD FeSi sampel B (Fe=99,5%) *Annealed* dengan bidang-bidang yang muncul.

Pada **gambar 4.12** adalah hasil karakterisasi XRD untuk sampel (Fe=99,5%) yang dianeal. Proses *annealing* yang dilakukan pada suhu 800°C selama 1 jam mengakibatkan munculnya puncak-puncak dari bidang refleksi yang lain yang merupakan refleksi bidang dari fase FeSi, yaitu bidang(200) dan(211). Jika dibandingkan dengan Fe murni(tanpa Si) yang memiliki refleksi bidang (110) pada sudut 52°, 77 maka substitusi Si pada Fe mengakibatkan pergeseran puncak difraksi ke sudut yang lebih besar dan

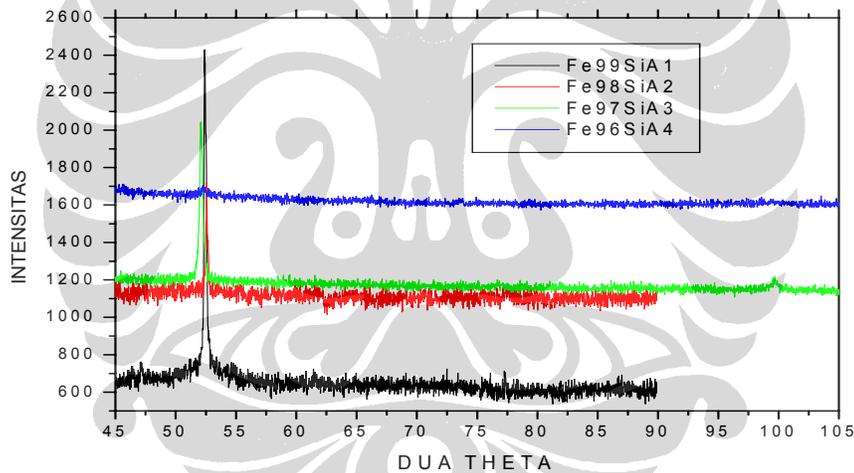
mengakibatkan jarak antar bidangnya berkurang tanpa mengubah struktur awalnya. Semakin besar prosentase Si yang ditambahkan semakin besar pula pergeseran puncak difraksinya atau bidang refleksinya. Hal ini mengindikasikan *alloy* FeSi dalam kondisi as cast cenderung menurun dengan bertambahnya Si. Munculnya puncak-puncak Bragg dari bidang-bidang yang lain menunjukkan telah terjadinya rekristalisasi dan pertumbuhan butir sehingga mikrostrukturnya FeSi lebih *homogen*. Dan tidak terjadi *prefered orientation*. Pada gambar tersebut terlihat intensitas masing-masing puncak cenderung meningkat dengan bertambahnya Si. Dengan demikian jumlah Si dalam bidang struktur Fe mempengaruhi proses kristalisasi. Untuk Si 1% didapatkan lebih tinggi dibandingkan dengan yang lain. Untuk Si 2 % mengalami penurunan intensitas. Sementara untuk Si 3% dan 4 % didapatkan kenaikan intensitas yang sangat tinggi sekali.. Hal dikaitkan bahwa penambahan Si mengakibatkan intensitas bertambah sudut bergeser ke kanan. Hal ini karena atom Si masuk ke dalam struktur atom BCC dari Fe. Mengakibatkan jarak antar atomnya berkurang.



Gambar 4.13 Grafik hasil FeSi sampel dengan kemurnian Fe=99,97% *Anneal* dengan bidang – bidang yang muncul

Gambar 4.13 adalah hasil karakterisasi XRD untuk sampel yang telah dianeal. Proses annealing yang dilakukan pada suhu 800°C selama 1 jam mengakibatkan munculnya puncak-puncak dari bidang refleksi yang lain yang merupakan refleksi bidang dari fase FeSi, yaitu bidang (200) dan (211). Jika dibandingkan dengan Fe murni (tanpa Si) yang

memiliki refleksi bidang (110) pada sudut $52,35^\circ$ maka substitusi Si pada Fe mengakibatkan pergeseran puncak difraksi ke sudut yang lebih besar atau mengakibatkan jarak antar bidang berkurang tanpa mengubah struktur awalnya. Semakin besar prosentasi Si yang ditambahkan semakin besar pula pergeseran puncak difraksinya atau bidang refleksinya. Hal ini juga mengindikasikan *alloy* FeSi sudah terbentuk. Efek penambahan Si juga mengakibatkan intensitas puncak difraksi cenderung menurun seiring dengan besarnya prosentasi Si pada *alloy* FeSi sudah terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa kristalinitas *alloy* FeSi dalam kondisi *as cast* cenderung menurun dengan bertambahnya Si. Munculnya puncak-puncak Bragg dari bidang-bidang yang lain menunjukkan telah terjadi proses rekristalisasi dan pertumbuhan butir sehingga mikrostruktur FeSi menjadi lebih homogen dan tidak terjadi *preferred orientation*. Pada gambar diatas intensitas masing-masing puncak cenderung meningkat dengan bertambahnya Si. Dengan demikian jumlah Si dalam Fe mempengaruhi proses kristalisasi.



Gambar 4.14. Grafik hasil XRD $Fe_{100-x}Si_x$ dengan $x=1,2,3,$ dan 4 *as cast* sampel dengan kemurnian $Fe=99.97\%$ dengan dengan bidang-bidang yang muncul.

Dalam **gambar 4.14** didapatkan karakteristik struktur sampel dengan menggunakan diffraktometer sinar X dengan target Co yang panjang gelombangnya $\lambda = 1,789 \text{ \AA}$, Pola difraksi sinar X sampel *as cast* **FeSi** dengan berbagai macam komposisi **Si** diperlihatkan pada gambar 4.1 di atas. Pada gambar tersebut terlihat ada satu puncak dominan yang terjadi sekitar 52° yang teridentifikasi sebagai refleksi dari struktur bcc pada bidang (110). Sedangkan intensitas refleksi pada bidang-bidang yang lain sangat kecil. Dapat

dikatakan bahwa sampel-sampel dalam kondisi *as cast* ini mengalami *prefered orientation* pada bidang (110). Secara detail, puncak-puncak diffraksi muncul pada sudut 52,40°, 52,26°

4.1.3 FWHM untuk peak 1 sampel A(Fe=99,97%) dan B(Fe=99,5%)

Dalam *table 4.2(a) dan (b)* menyatakan nilai *Full Width Hgh Maximum(FWHM)* untuk sampel *as cast* dan *as annealed*.

Tabel 4.2(a) FWHM untuk $Fe_{100-x}Si_x$, kemurnian Fe=99,5% *As Cast*

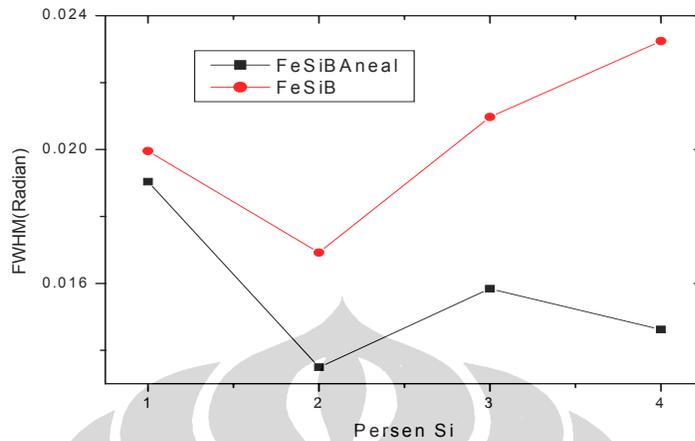
%Si	Peak Width		ΔB	B_i
	B1	B2		
1	51.92	53.01	1.09	0.019014
2	52.17	52.94	0.77	0.013432
3	52.14	53.05	0.91	0.015874
4	52.32	53.16	0.84	0.014653

Tabel 4.2 (b) FWHM untuk $Fe_{100-x}Si_x$ (Fe=99,5%) *As annealed*

%Si	Peak Width		ΔB	B_i
	B1	B2		
1	52.02	53.16	1.14	0.019887
2	52.51	53.48	0.97	0.016921
3	52.05	53.25	1.2	0.020933
4	52.01	53.34	1.33	0.023201

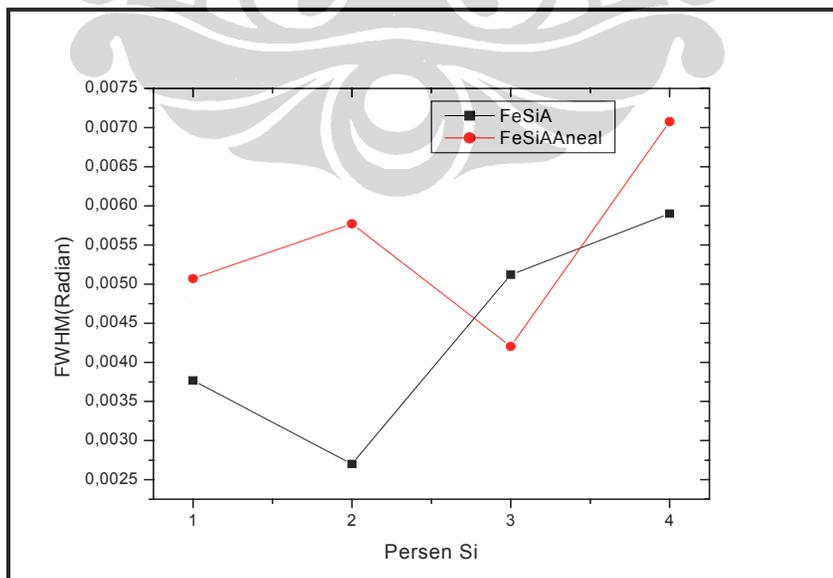
Grafik FWHM dibawah nampak ada dua garis yang terlihat, untuk yang pertama menyatakan sampel kemurnian Fe=99,5% *as cast* terlihat terjadi penurunan grafik fungsi FWHM dari Si 1% ke 2%. Pada Si 2 % ke 3 % terjadi kenaikan yang sangat tajam. Untuk sampel dengan kemurnian Fe=99,5% *as anneal* terlihat penurunan yang sangat tajam sekali untuk Si 1% ke Si 2%. Untuk Si 3% ke 4 % mengalami penurunan. Jika dibandingkan antara sampel Fe=99,5%) *as anneal* dengan sampel B(*as cast*) terlihat sampel (Fe=99,5%) (*anneal*) memiliki rata-rata FWHM yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel dengan kemurnian Fe=99,5% *as cast*.

Terlihat dalam gambar 4.15



Gambar 4.15 Grafik FWHM dari sampel FeSi dengan kemurnian Fe=99,5%

Dalam gambar 4.15 didapatkan grafik antara FWHM untuk sampel kemurnian 99.97% (as cast) dengan A (aneal) didapatkan perbedaan grafik. Pada sampel *anneal* terlihat lebih besar FWHMnya dibandingkan dengan sampel *as cast*. Pada sampel *as cast* terlihat terjadi penurunan pada sampel *aneal* dari 2% ke 3%, kemudian terjadi kenaikan pada sampel untuk Si 3% ke 4%. Sebaliknya untuk sampel *as cast* juga terjadi penurunan saat Si 1% menuju 2%.



Gambar4.16 FWHM dari sampel Fe_{100-x}Si_x dengan kemurnian Fe=99,97 *as cast* dan *as annealed*

4.1.4 Parameter Kisi

Pada **tabel 4.3(a) dan (b)** didapatkan contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai parameter kisi dari sampel *as cast* dan *as annealed*.

Tabel 4.3a. Kalkulasi Parameter kisi untuk Fe_{100-x}Si_x(Fe=99,5%) *As annealed*

Peak	θ(°)	λ(angs)	sinθ	sin ² θ	h k l	a(nm)	2θ	sin ² 2θ
1	26.042	1.78896	0.439	0.1927	1 1 0	0.28652	52	0.62237
2	38.89	1.78896	0.6278	0.3942	2 0 0	0.28545	77.78	0.955198
3	49.805	1.78896	0.7644	0.5842	2 1 1	0.28663	99.61	0.97213

Tabel 4.3.b Data persyaratan untuk metode analitik Cohen

Peak	A	Δ	α ²	Aδ	δ ²	αsin ² θ	δsin ² θ
1	2	6.344995	4	12.68999	40.259	0.3926	1.24552
2	4	9.525991	16	38.103964	90.7445	1.5644	3.72562
3	6	9.553763	36	57.322578	91.2744	3.5196	5.60424
	12	25.424749	56	108.116532	222.278	5.4766	10.5754

$$A \sum \alpha^2 + C \sum \alpha \delta = \sum \alpha \sin^2 \theta \dots \dots \dots 1$$

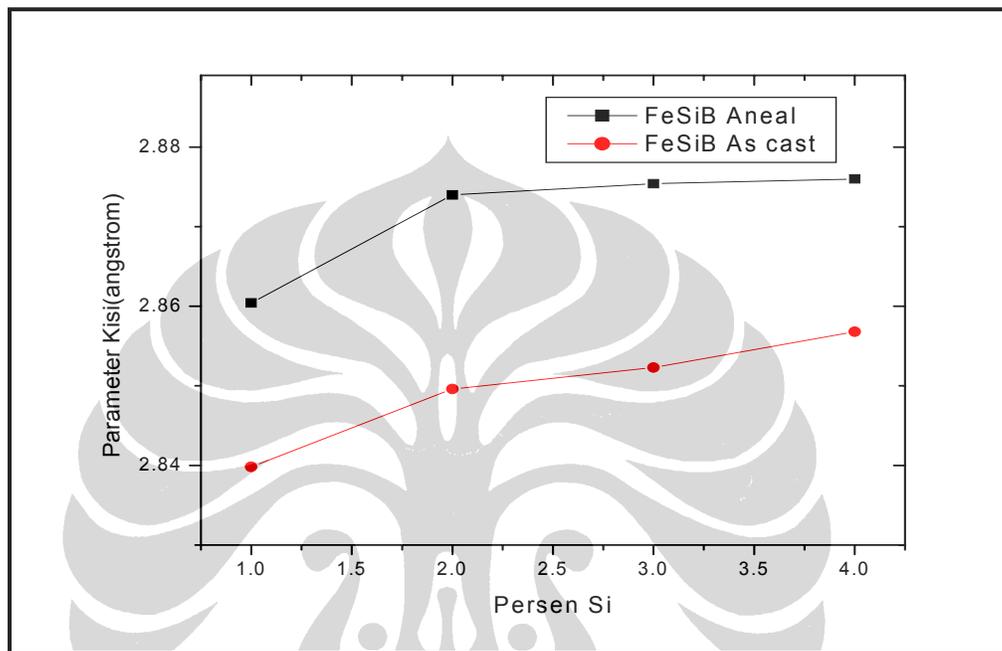
$$\sum A \alpha \delta + C \sum \delta^2 = \sum \delta \sin^2 \theta \dots \dots \dots 2$$

$$a = d \sqrt{h^2 + k^2 + l^2} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana $\alpha = h^2 + k^2 + l^2$ dan $\delta = 10 \sin^2 \theta$ sehingga didapatkan nilai **A = 0.09788**

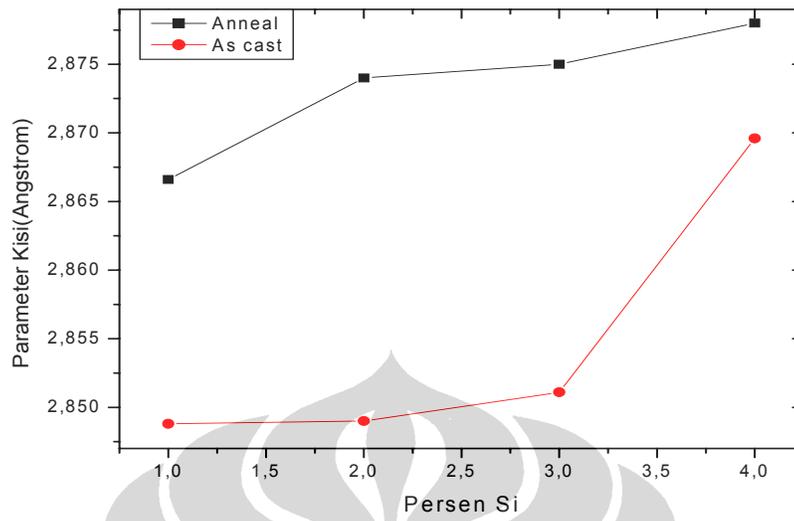
$$a_o = \frac{\lambda}{2\sqrt{A}} = 0,28398 \text{ nm}$$

Gambar 4.17 menyatakan grafik parameter kisi terhadap kenaikan persen Si. Pada grafik dibawah terlihat kenaikan parameter kisi dengan kenaikan persen Si untuk dua sampel yang berbeda yaitu: sampel (Fe=99,5%) (non) dan sampel (Fe=99,5%) (Aneal). Pada sampel (Fe=99,5%) aneal terlihat parameter kisinya lebih besar dibandingkan dengan B(as cast).



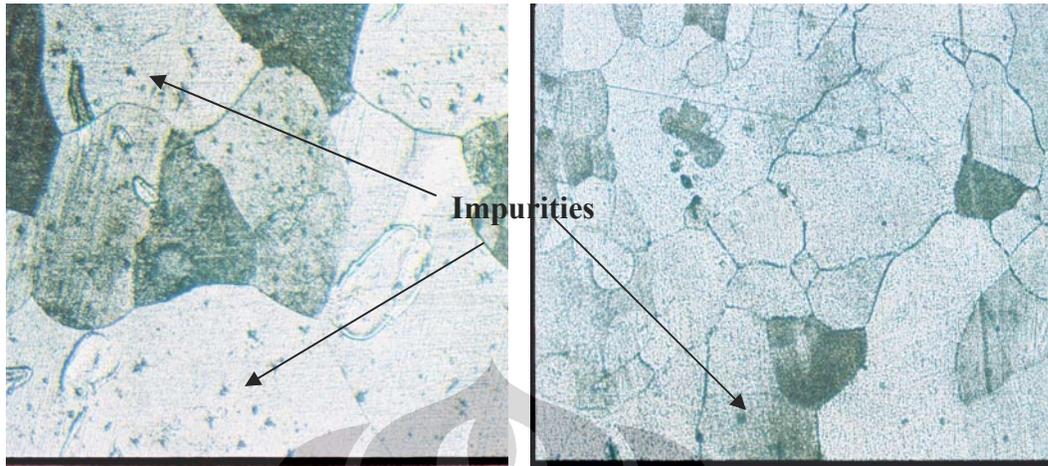
Gambar4.17 Parameter kisi $Fe_{100-x}Si_x$ dengan kemurnian Fe=99,5% *as casted* dan *as anealed* penambahan % Si.

Gambar 4.18 menyatakan grafik hubungan antara parameter kisi dengan kenaikan persen Si untuk sampel dengan kemurnian 99,97% *as cast* dengan *as anealled*). Masing-masing sampel mempunyai kenaikan parameter kisi untuk sampel kemurnian Fe=99,97% *as cast* dan *as annealed*. Jika dibandingkan dua buah sampel ini terlihat perbedaan yang sangat menyolok diantara keduanya. Tampak terlihat kenaikan yang sangat besar parameter kisi sampel dengan kemurnian Fe=99,97 *as annealed* jauh lebih besar dibandingkan dengan yang *as cast*.

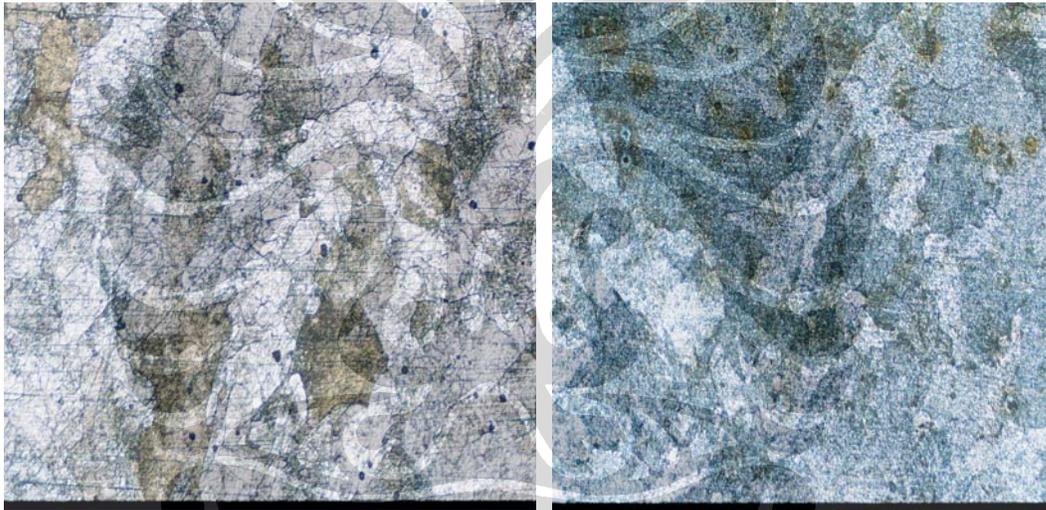


Gambar4.18 Parameter kisi $Fe_{100-x}Si_x$ dengan kemurnian $Fe=99,97\%$ *As cast* dan *as annealed*.

4.1.5 FOTOMIKRO

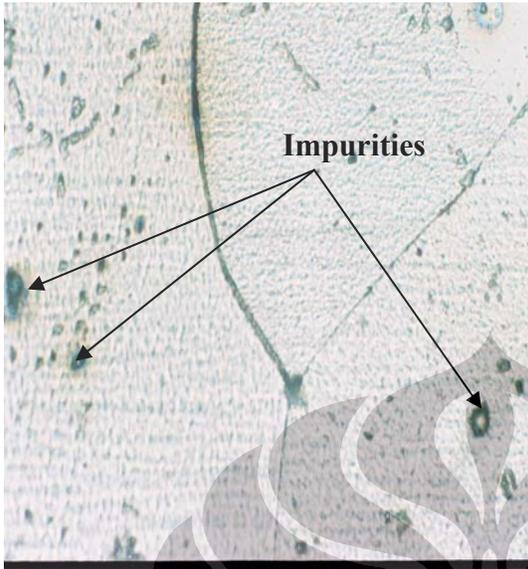


Gbr 4.19 A Fe₉₉Si₁(Fe=99,97%)Aneal100kali **Gbr4.19B**Fe₉₉Si₁(Fe=99,5%)aneal100kali



Gbr4.19C Fe₉₉Si₁(Fe=99,97%)as cast100 kali **Gbr4.19D**Fe₉₉Si₁(Fe=99,5%)as cast100 kali

Pada gambar 4.19 A,B,C dan D terlihat terjadi perbedaan antara sampel *as cast* dengan sampel *as annealed* dengan perbesaran 100 kali. Tampak pada sampel *as annealed* terjadi pertumbuhan butir dan nampak terlihat batas grain pada sampel aneal. Untuk sampel *as anneal* kemurnian 99,97% terlihat ukuran butirnya tampak lebih besar dibandingkan dengan 99,5%. Akan tetapi terlihat impuritas pada kemurnian 99,97% lebih banyak dibandingkan dengan sampel 99,5%.



Gbr4.20A Fe₉₉Si₁(Fe=99,97%)aneal 500 X



Gbr4.20B.Fe₉₉Si₁(Fe=99,5%)aneal500 X

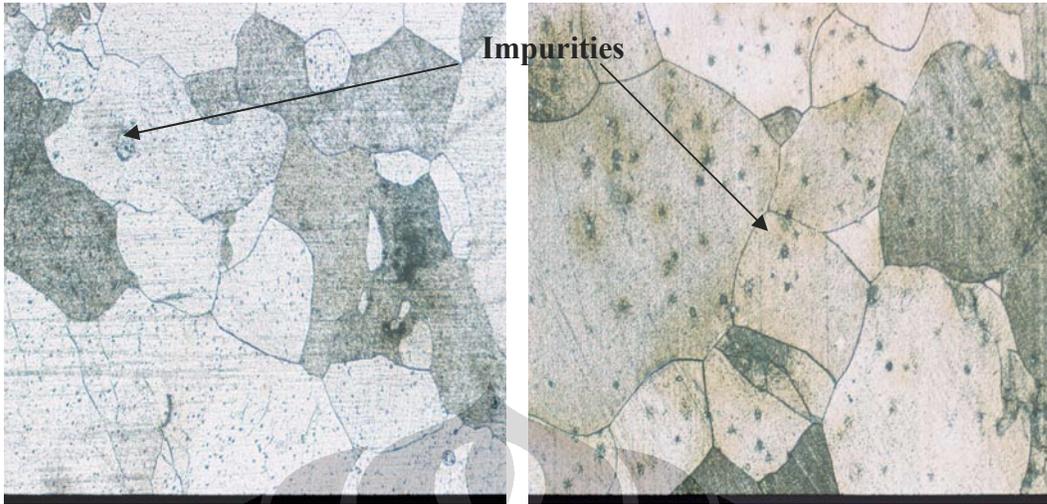


Gbr4.20C Fe₉₉Si₁(Fe=99,97%)as cast 500x



Gbr4.20DFeSi₁(Fe=99,5%)as cast 500 x

Pada sample Fe₉₉Si₁ dengan perbesaran 500 kali, disini terlihat nampak perbedaan yang sangat jelas pada masing-masing sampel, untuk sampel *as cast* kelihatanya tidak nampak dengan jelas batas grain, akan tetapi setelah dianeal nampak dengan jelas batas butirnya. Untuk Fe=99,97% terlihat batas butirnya lebih besar dibandingkan dengan Fe=99,5%. Terlihat impuritas pada Fe=99,97% lebih banyak dibandingkan dengan Fe = 99,5%.



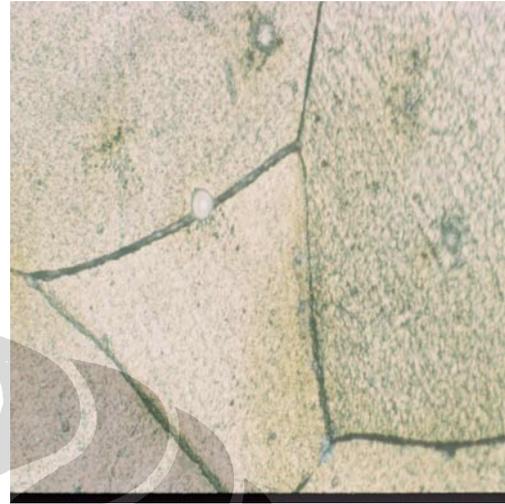
Gbr4.21A Fe₉₈Si₂(Fe=99,97%)aneal 100 x

Gbr4.21B Fe₉₈Si₂(Fe=99,5%)aneal 100 x



Gbr4.21C Fe₉₈Si₂(Fe=99,97%)as cast100x

Gbr 4.21D Fe₉₈Si₂(Fe=99,5%)as cast 100x

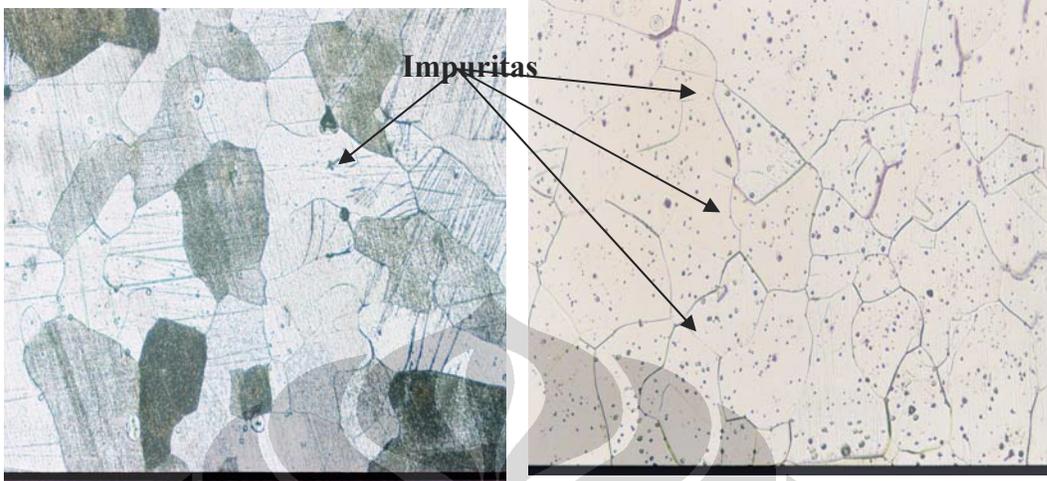


Gbr4.22A Fe₉₈Si₂(Fe=99,97%)Aneal500X **Gbr4.22B** Fe₉₈Si₂(Fe=99,5%)aneal500X

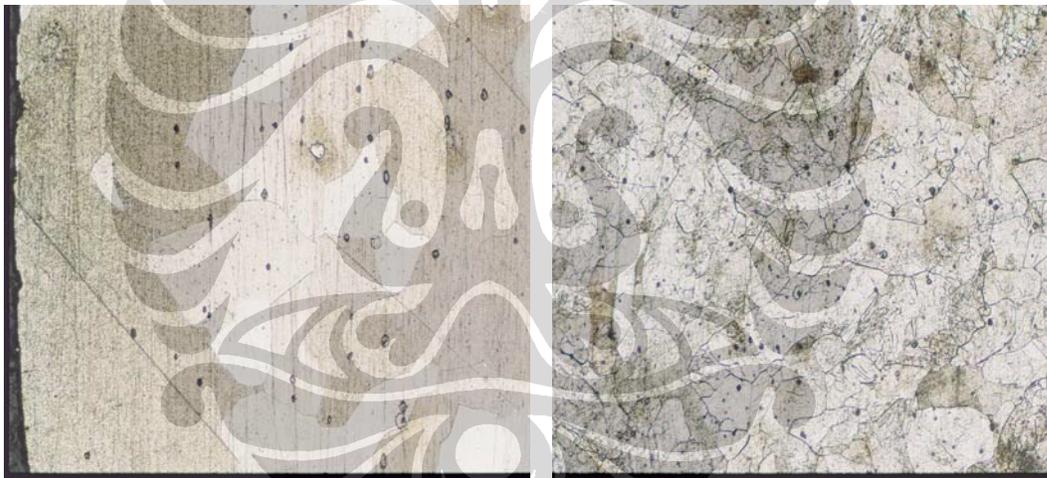


Gbr4.22C Fe₉₈Si₂(99,97%) as cast500 X **Gbr4.22D** Fe₉₈Si₂(Fe=99,5%)as cast 500 x

Pada gambar 4.22 A,B,C, dan D sample Fe₉₈Si₂ dengan perbesaran 500 kali didapatkan perbedaan antara sample as cast dengan sample aneal. Untuk sampel as cast terlihat sudah ada batas grain. Pada sample aneal dengan sample *as cast* terlihat batas grain sampel aneal lebih jelas dibandingkan dengan *as cast*, tapi terlihat dengan jelas sampel aneal untuk Fe=99,97% lebih besar dibandingkan dengan sampel Fe=99,5%. Untuk impuritasnya terlihat sampel Fe=99,97% lebih banyak dibandingkan dengan 99,5%.

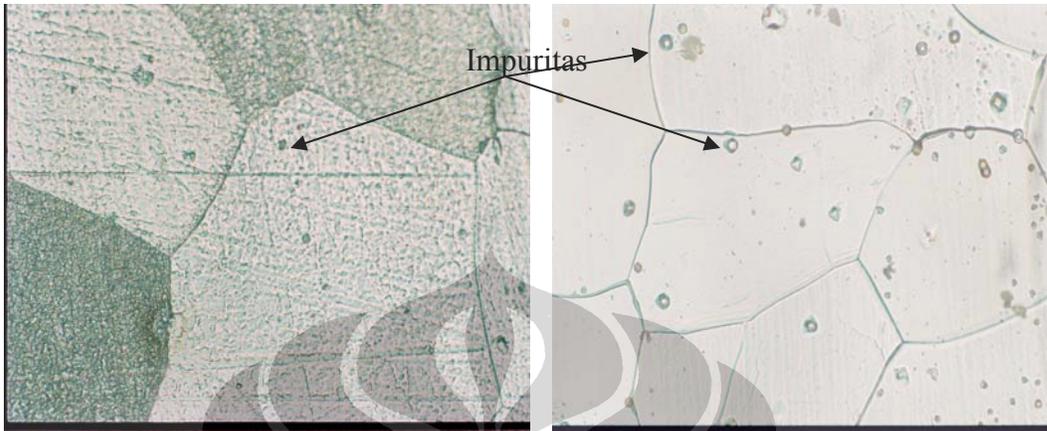


Gbr4.23A FeSi₃(Fe=99,97%)Aneal100x **Gbr4.23B** FeSi₃(Fe=99,5%)aneal 100 x



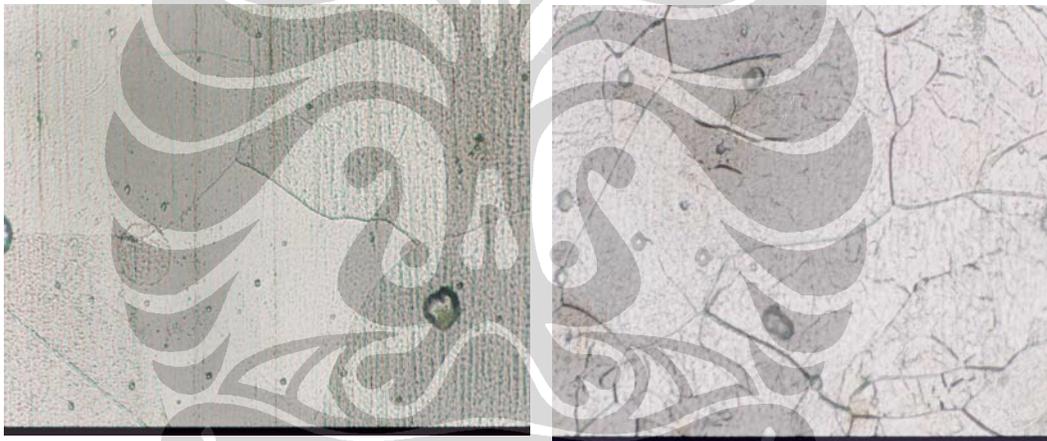
Gbr4.23C FeSi₃(Fe=99,97%)as cast 100 x **Gbr4.23D** FeSi₃(Fe=99,5%)as cast 100x

Pada Fe₉₇Si₃ terlihat batas grain untuk sampel as cast Fe=99,97% dibandingkan dengan 99,5%. Untuk sampel aneal terlihat lebih jelas lagi batas grainnya pada sampel Fe_{99,97}%. Untuk impuritas lebih banyak sampel Fe=99,5% dibandingkan dengan Fe=99,97%.



Gbr4.24A FeSi₃(Fe=99,97%)*Aneal*500 x

Gbr4.24B FeSi₃(Fe=99,5%)*aneal* 500 kali



Gbr4.24C FeSi₃(Fe=99,97%)*as cast*500x

Gbr4.24D FeSi₃(Fe=99,5%)*as cast*500x

Pada sampel FeSi₃ perbesaran 500 kali terlihat impuritas sampel Fe=99,5% baik yang aneal maupun as cast terlihat lebih banyak. Kemudian batas grain untuk aneal lebih jelas dibandingkan dengan as cast. Dalam gambar terlihat juga sedikit perbedaan untuk ukuran butir antara sampel aneal dengan as cast.



Gbr4.25A FeSi₄(Fe=99,97%)*Aneal* 100 x



Gbr4.25B FeSi₄(Fe=99,5%) *Aneal* 100 x



Gbr4.25C FeSi₄(Fe=99,97%)*as cast*100x

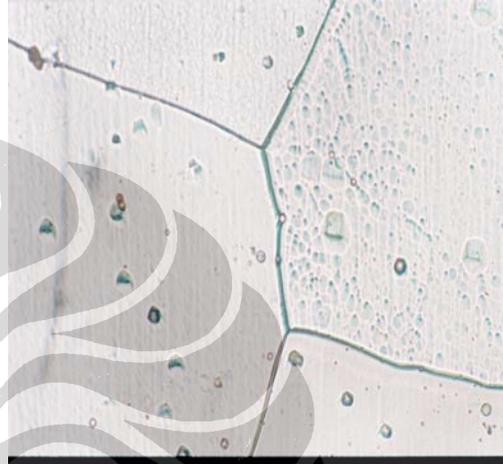


Gbr4.25D FeSi₄(99,5%)*as cast*100x

Pada gambar terlihat ukuran butir untuk sampel FeSi₄ pada perbesaran 100 kali. Terlihat batas butir untuk sampel aneal lebih jelas dibandingkan dengan as cast. Pada sampel aneal tidak terlalu berbeda jauh dibandingkan sampel as cast untuk ukuran butirnya. Pada gambar C terlihat lebih halus dan batas grainnya lebih besar dibandingkan dengan gambar D.



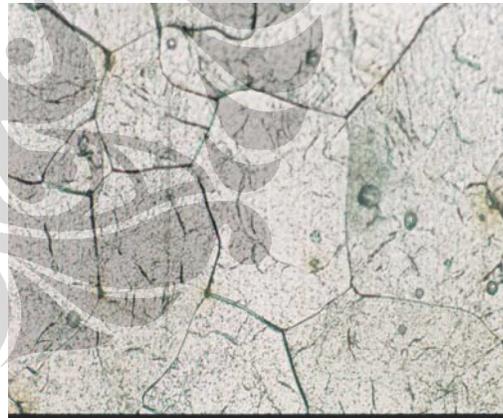
Gbr4.26A FeSi₄(Fe=99,97%)Aneal 500x



Gbr4.26B FeSi₄(99,5%)aneal 500 x



Gbr4.26C FeSi₄(Fe=99,97%)as cast 500 x

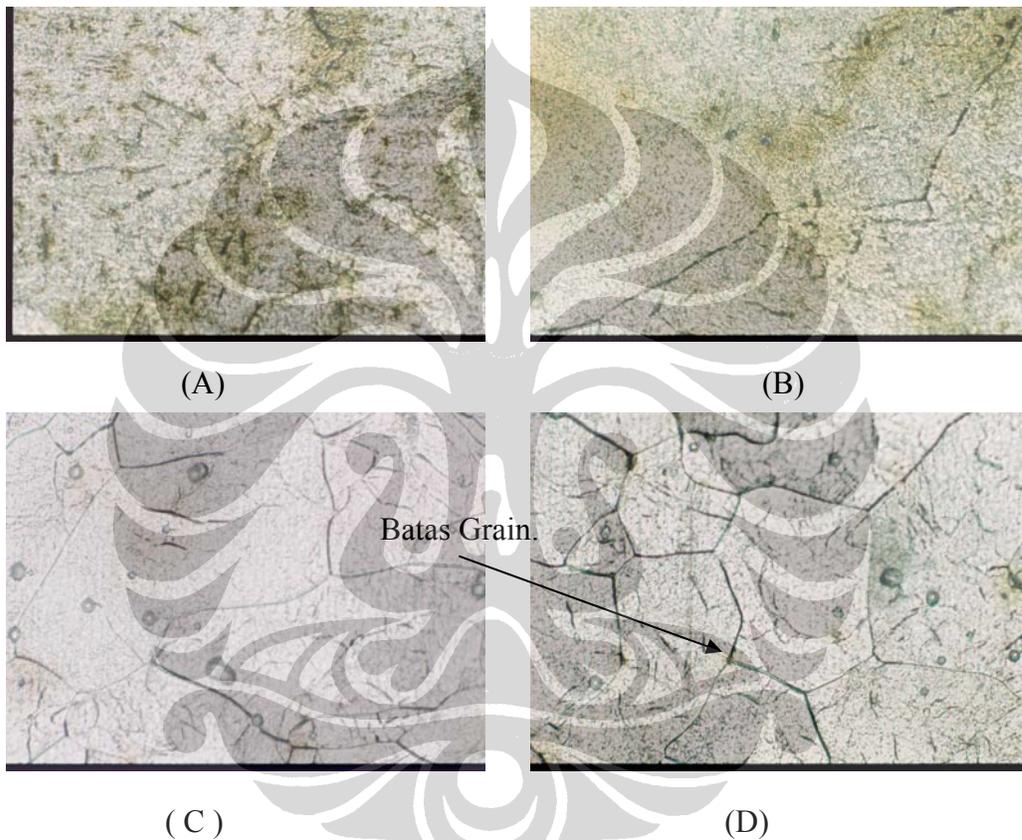


Gbr4.26D FeSi₄(99,5%)as cast 500 kali

Pada gambar Fe₉₆Si₄ pada perbesaran 500 kali, terlihat batas grain terlihat jelas baik sampel aneal maupun sampel as cast. Pada sampel nampek lebih jelas lagi batas grainnya. Pada sampel Fe=99,5% terlihat impuritasnya lebih banyak dibandingkan dengan sampel Fe=99,97% baik dianeal maupun as cast. Untuk ukuran pertumbuhan grainnya tidak

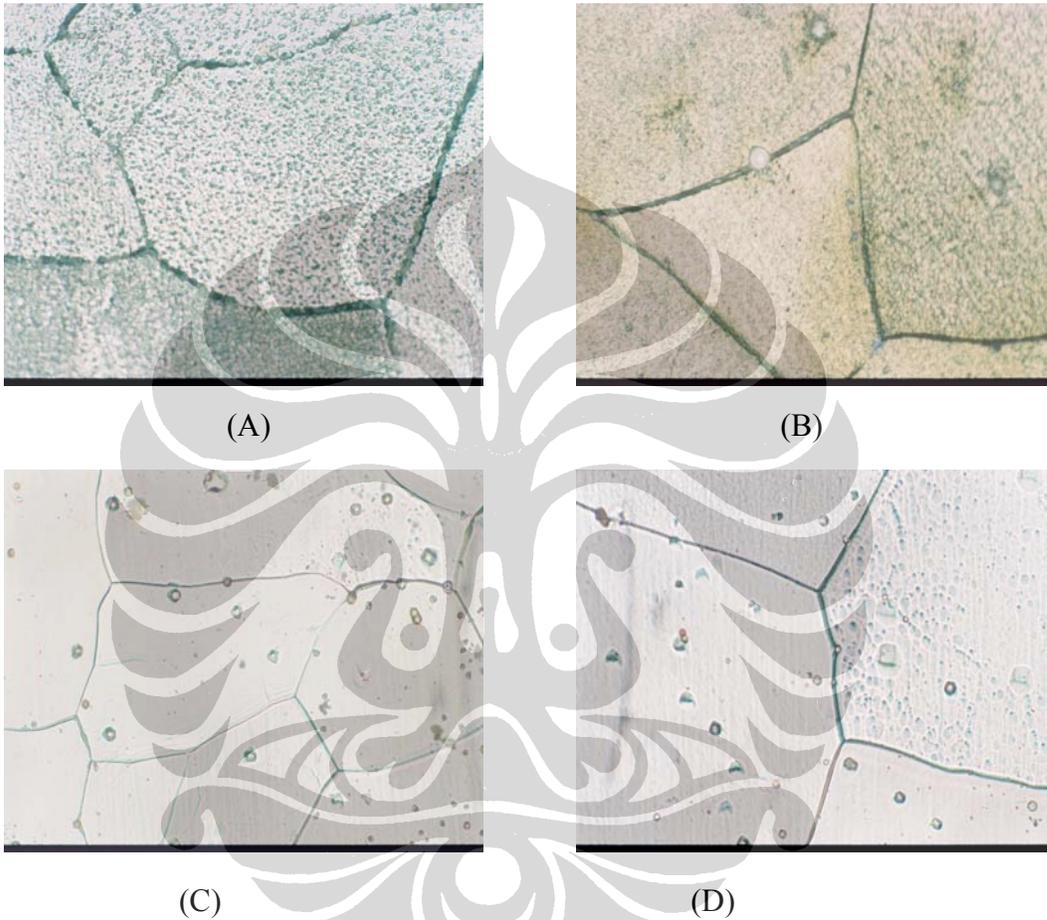
terlalu tampak bertambah besar. Untuk gambar C (Fe=99,97%) as cast lebih halus dan grainnya lebih besar dibandingkan dengan D(Fe=99,5%).

Hasil fotomikro berdasarkan kenaikan % Si pada sampel (Fe=99,5%). Pada perbesaran 500 kali.



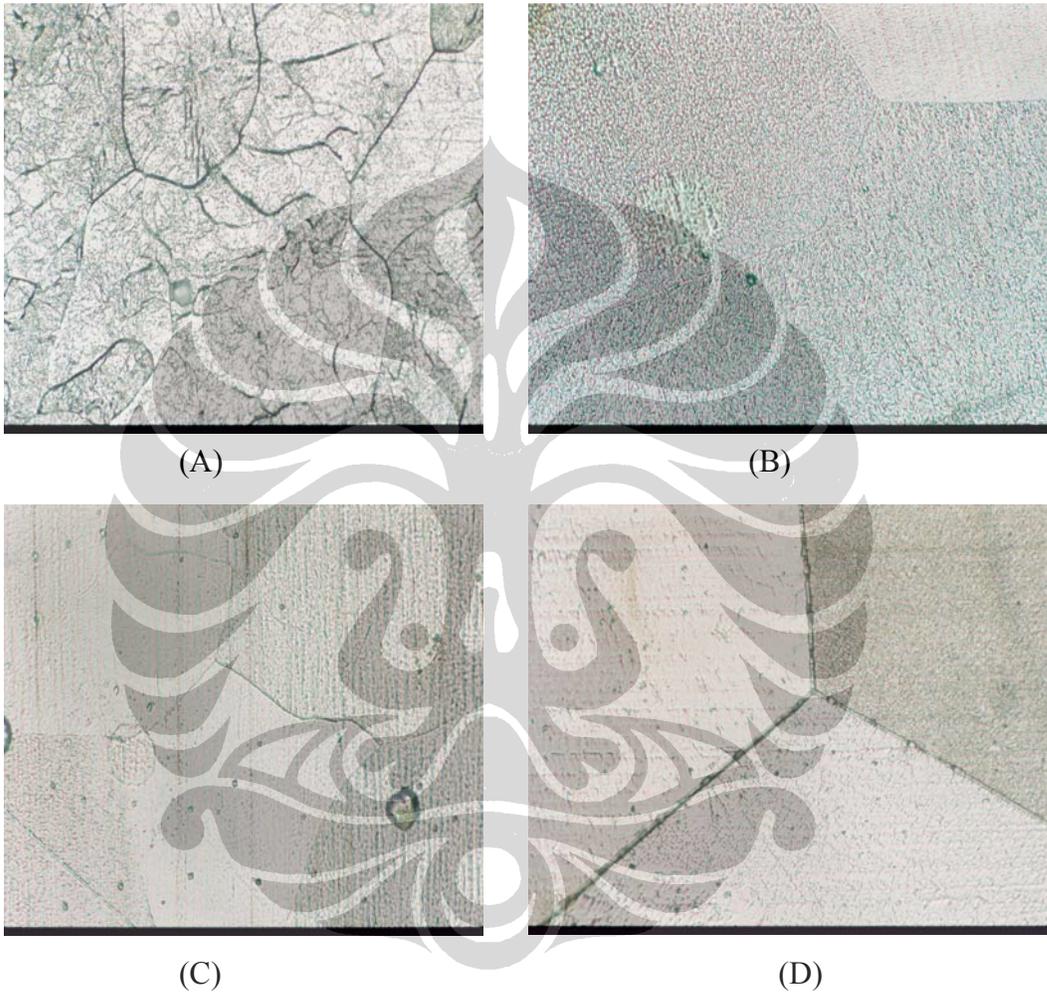
Gambar 4.27 (A) $x=1$, (B) $x=2$, (C) $x=3$ dan (D) $x=4$ pada $Fe_{100-x}Si_x$ untuk Fe=99,5% untuk sampel as cast. perbesaran 500 kali.

Pada gambar 4.24 adalah hasil fotomikro untuk Fe=99,5% pada perbesaran 500 kali. Dari gambar A sampai dengan D terlihat perbedaan persen Si dari 1 sampai dengan 4 persen. Pada gambar A, yaitu dengan persentase Si 1 % belum terlihat batas-batas grain. Batas grain terlihat jelas pada 3% Si dan 4 % Si.



Gambar 4.28 (A) untuk $x=1$, (B) untuk $x=2$, (C) untuk $x=3$ dan (D) untuk $x=4$ pada sampel $Fe_{100-x}Si_x$ (Fe=99,5%) as annealed perbesaran 500 kali.

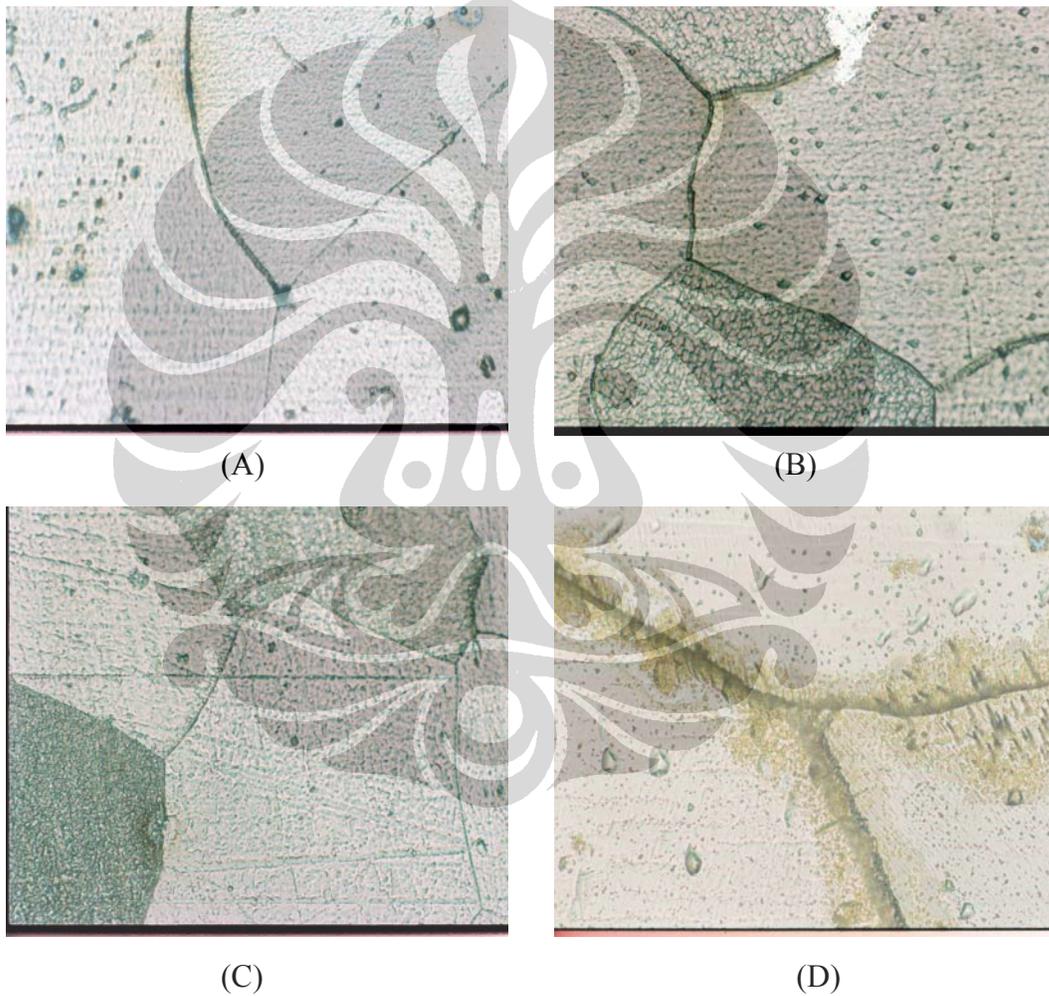
Pada gambar 4.28 terlihat gambar dari A untuk Si=1%, B untuk Si 2%, C untuk Si 3% dan D untuk Si 4%. Terlihat kenaikan Si mempengaruhi perubahan strukturnya. Pada gambar A terlihat jelas batas grainnya dan tampak terlihat kasar. Pada gambar B terlihat grainnya makin membesar dan sedikit lebih halus, sementara untuk C dan D terlihat strukturnya halus dan pada batas grainnya makin membesar dibandingkan dengan A, B dan C.



Gambar 4.29 (A) untuk Si=1% (B) untuk Si=2% (C) untuk Si=3% dan (D) untuk Si=4%, pada Fe=99,97% as cast perbesaran 500 kali.

Pada gambar terlihat perbedaan dari gambar A,B,C dan D. Pada gambar A terlihat

Lebih kasar dibandingkan dengan gambar B,C, dan D. Pada gambar A belum terlihat batas grain yang muncul. Ini berarti pada penambahan Si terlihat makin jelas batas-batas grainnya.



Gambar 4.30 (A) untuk Si=1% (B) untuk Si=2% (C) untuk Si=3% dan (D) untuk Si = 4%. Pada Fe=99,97% *anealed* dengan perbesaran 500 kali.

Pada gambar 4.30 terlihat batas grain dari semuanya terlihat dengan jelas. Makin besar persen Si makin jelas sekali batas grainnya. Terlihat ukuran grain makin besar pada

gambar D. Pada kemurnian Fe=99,97% terlihat sedikit terjadi perubahan struktur dilihat dari perubahan grain.

4.2. PEMBAHASAN

4.2.1 Pengaruh *annealing*

4.2.1.1 temperatur Curie

Pada suhu curie yang terlihat pada **gambar 1.2** phase diagram, sebagai literatur didapatkan terjadi penurunan suhu akibat kenaikan persen Si, hal ini mirip dengan eksperimen yang dilakukan. Pada hasil eksperimen **gambar 4.4 dan 4.5** yang didapatkan hasil gambar DTA untuk suhu curie, baik sampel yang *as annealed* maupun yang *as casted*. Pada gambar DTA terlihat terjadinya penurunan suhu curie pada tiap kenaikan % Si. Untuk perbandingan antara masing-masing sampel, baik yang *as annealed* maupun yang *as casted* terlihat sampel *as annealed* lebih tinggi dibandingkan dengan *as casted*.

4.2.1.2 Fasa yang terbentuk

Berdasarkan hasil analisis grafik XRD dengan mencocokkan dengan data ICDD dan *Pearson's Handbook* diperoleh bahwa variasi bahan berdasarkan sampel A dan B dengan perlakuan *annealing* dan *as cast* tidak mengubah fasanya. Fasa yang terbentuk tetap berupa fasa kubik dengan space group $Im\bar{3}m$ dan pearson simbol c I 2. Berdasarkan *Pearson's Handbook* didapatkan atomik posisi untuk $x = 0\ 0\ 0$, $y = 0\ 0\ 0$ dan $z = 0\ 0\ 0$ [13]

4.2.1.3. Parameter kisi

Perhitungan parameter kisi dilakukan dengan metode Cohen, faktor kesalahan yang digunakan didalam perhitungan diambil didalam berdasarkan plot parameter kisi terhadap faktor error. Hasil plot menunjukkan bahwa faktor error berasal dari $\cos^2\theta$. Berdasarkan appendix 10 *x-ray diffraction* oleh C Suryanarayana dijelaskan bahwa besi murni besi murni α -Fe struktur BCC dengan pearson symbol cI2 didapatkan parameter kisi 0.2866nm[14]. Hasil perhitungan parameter kisi variasi penambahan Si dan perlakuan *annealing* dilihat didalam tabel dibawah ini. Terlihat grafik parameter kisi mengalami kenaikan untuk setiap penambahan persen Si, baik sampel yang *as anealed* dan *as casted*. Pada grafik juga terlihat sampel *as anealed* lebih besar dibandingkan dengan *as casted*.

Tabel 4.4 Parameter kisi (Fe=99,5%) FeSi *as cast* dan *as annealed*

%Si	Parameter kisi <i>anneal</i>(nm)	%Si	Parameter Kisi <i>as cast</i> (nm)
1	0,286	1	0,284
2	0,2874	2	0,2849
3	0,2859	3	0,2852
4	0,2856	4	0,2857

Pada tabel terlihat terjadi penurunan parameter kisi terhadap penambahan % Si, baik untuk sampel yang mendapatkan perlakuan *annealing* maupun yang non . Untuk persen Si yang sama didapatkan kenaikan parameter kisi sampel *anneal* dibandingkan dengan sampel non *anneal*. Hal ini mirip dengan sampel pada tabel 4.2 dibawah ini dimana kenaikan parameter kisi dengan kenaikan persen Si dan terjadi penurunan untuk persen Si yang sama. Dapat disimpulkan bahwa parameter kisi untuk sampel *anneal* lebih kecil dibandingkan dengan *as cast*. Hal ini diakibatkan pada sampel *anneal* atom Si telah masuk kedalam struktur kubik.

Tabel 4.5 Parameter kisi (Fe=99,97%) FeSi *as cast* dan *as annealed*

%Si	Parameter kisi anneal(nm)	%Si	Parameter Kisi <i>as cast</i>(nm)
1	0,2866	1	0,2848
2	0,2874	2	0,2849
3	0,2875	3	0,2851
4	0,2876	4	0,2869

4.2.1.4 FWHM

Didalam Pelebaran puncak setengah maksimum(FWHM) terlihat perbedaan antara dua gambar yang berasal dari FeSi sampel A(Fe=99,97%) dan B(Fe=99,5%), disini dapat dibedakan pada grafik gambar 4.18 terlihat terjadi kenaikan FWHM antara sampel A dan B. Sementara FWHM rata-rata sampel B lebih besar dibandingkan dengan sampel A, baik yang *anneal* maupun *as casted*. Pada sampel B terlihat FWHM *as cast* terlihat lebih besar dibandingkan dengan yang dianneal. Pada sampel A terlihat yang dianneal lebih besar FWHMnya dibandingkan dengan sampel yang *as cast*.

4.2.1.5 FOTOMIKRO

Hasil fotomikro dari perlakuan penambahan persen Si *anneal* dan *as casted*. Pada gambar 4.22 A,B,C dan D , kita dapat membandingkan hasilnya yaitu pada gambar A dan B terlihat pertumbuhan sampel A lebih besar dibandingkan dengan B. Gambar A dan B mewakili sampel Anneal sementara C dan D mewakili sampel *as cast* terlihat pertumbuhan grain.