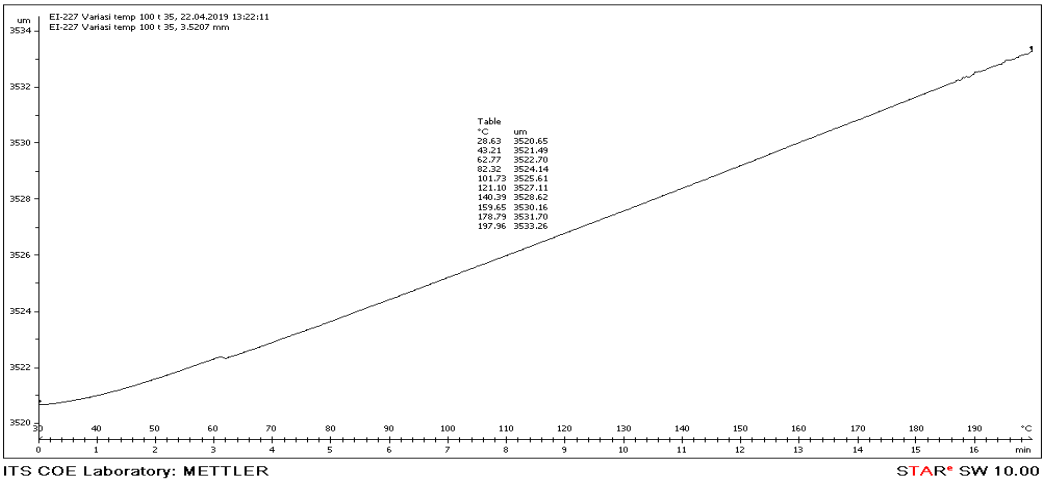
LAMPIRAN

Lampiran 1

L.1.1 perhitungan analisa data uji TMA



Gambar 4.6 (b) hasil uji TMA sesudah perlakuan panas T6 pada sample B1 panjang mula mula (Lo = 3520,65 pada temperatur 200° C.

Dilihat dari grafik di atas bila temperatur sebuah benda naik, maka benda biasanya memuai. Hasil perubahan panjang dan perubahan temperature lihat pada tabel 4.3

43 perubahan panjang dan perubahan temperature hasil uji TMA

N0	temperatur	panjang	ΔT(°C)	$\Delta L(\mu m)$	mm
1	28,63	3520,65	0	0	0
2	43,21	3521,49	14,58	0,84	0,00084
3	62,77	3522,7	34,14	2,05	0,00205
4	82,32	3524,14	53,69	3,49	0,00349
5	101,73	3525,61	73,1	4,96	0,00496
6	121,1	3527,11	92,47	6,46	0,00656
7	140,39	3528,62	111,76	7,97	0,00797
8	159,65	3530,16	131,02	9,51	0,00951
9	178,79	3531,7	150,16	11,05	0,01105
10	197,96	3533,26	169,33	12,61	0,01261

Perhitungan Untuk mencari Koefisien ekspansi termal (α) dihitung berdasarkan persamaan

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

dimana :

α = Koefisien ekspansi termal (/℃.)

L_0 = Panjang awal (mm)

ΔL = perubahan panjang pada temperature (mm)

ΔT = perubahan temperature (℃)

Koefesien ekspansi thermal n2

Diketahui :

L_O =3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3521,49– 3520,65 =0,84μm =0,00084mm

ΔT = 43,21-28,68= 14,58℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}52}\right]\left[\frac{0{,}00084}{14{,}58}\right]$$

α= 16,36 ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n3

Diketahui :

L_O =3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3522,7– 3520,65 =2,05μm =0,00205mm

ΔT = 62,77-28,68= 34,14℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}52}\right]\left[\frac{0{,}00205}{34{,}14}\right]$$

α= 16,57 ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n4

Diketahui :

L_O = 3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3524,14– 3520,65 =3,49μm =0,00349mm

ΔT = 82,32-28,68= 53,69℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,52}\right]\left[\frac{0,00349}{53,69}\right]$

α= 18,46ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n5

Diketahui :

L_O = 3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3525,61– 3520,65 =4,96μm =0,00496mm

ΔT = 101,73-28,68= 73,1℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,52}\right]\left[\frac{0,00496}{73,1}\right]$

α=19,27 ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n6

Diketahui :

L_O = 3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3527,11– 3520,65 =6,46μm =0,00646mm

ΔT = 121,1-28,68= 92,47℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,52}\right]\left[\frac{0,00646}{92,47}\right]$

α= 19,84ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n7

Diketahui :

L_O = 3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3528,62– 3520,6=7,97μm =0,00797mm

ΔT = 140,39-28,68= 111,76℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,52}\right]\left[\frac{0,00797}{111,76}\right]$

α= 20,25ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n8

Diketahui :

L_O = 3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3530,16– 3520,65 =9,51μm =0,00951mm

ΔT = 159,65-28,68= 131,02℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,52}\right]\left[\frac{0,00951}{131,02}\right]$

α= 20,62ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n9

Diketahui :

L_O = 3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3531,7– 3520,6 =11.05μm =0,01105mm

ΔT = 178,79-28,68= 150,16℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,52}\right]\left[\frac{0,01105}{150,16}\right]$

α= 20,90 ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n10

Diketahui :

L_O = 3520,65um = 3,52 mm

ΔL = 3533,26– 3520,65 =12,61μm =0,01261mm

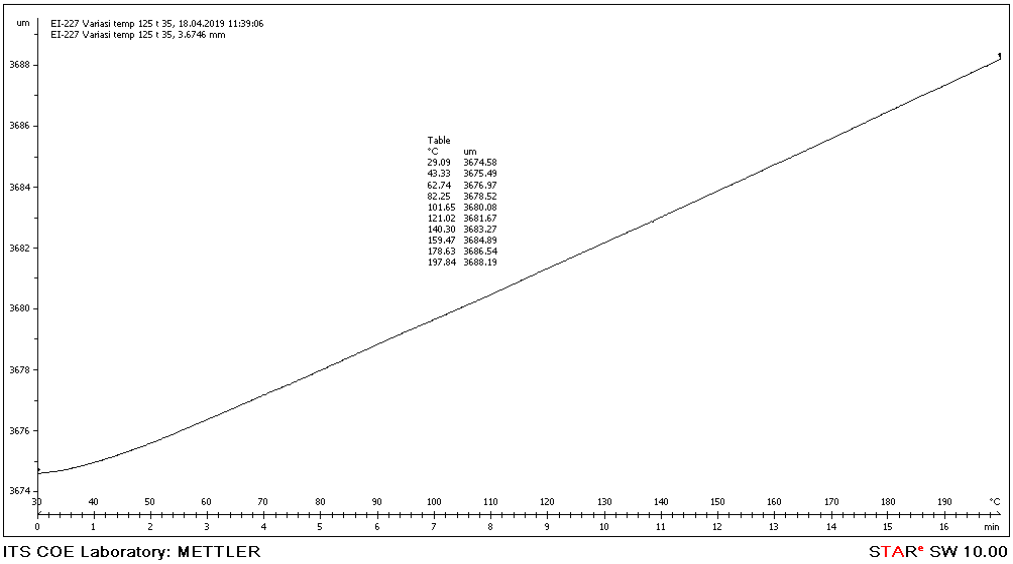
ΔT = 197,96-28,68= 169,33℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}52}\right]\left[\frac{0{,}01261}{169{,}33}\right]$$

α= 21,15ppm °C^{-1}



Gambar 4.6 (b) hasil uji TMA sesudah perlakuan panas T6 pada sample B2 panjang mula mula (Lo = 3520,65 pada temperatur 200° C.

Dilihat dari grafik di atas bila temperatur sebuah benda naik, maka benda biasanya memuai Hasil perubahan panjang dan perubahan temperature lihat pada tabel 4.4

4.4 perubahan panjang dan perubahan temperature hasil uji TMA

no	temperatur	Panjang	ΔT(°C)	$\Delta L(\mu m)$	mm
1	29,09	3674,58	0	0	0
2	43,33	3675,49	14,24	0,91	0,00091
3	62,74	3676,97	33,65	2,39	0,00239
4	82,25	3678,52	53,16	3,94	0,00394
5	101,65	3680,08	72,56	5,5	0,0055
6	121,02	3681,67	91,93	7,09	0,00709
7	140,3	3683,27	111,21	8,69	0,00869
8	159,47	3684,89	130,38	10,31	0,01031
9	178,63	3686,54	149,54	11,96	0,01196
10	197,84	3688,19	168,75	13,61	0,01361

Untuk mencari Koefisien ekspansi termal (α) dihitung berdasarkan persamaan

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

dimana :

α = Koefisien ekspansi termal (/°C.)

L_0 = Panjang awal (mm)

ΔL = perubahan panjang pada temperature (mm)

ΔT = perubahan temperature (°C)

Koefesien ekspansi thermal n2

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3675,49–3674,58 =0,91μm = 0,00091 mm

ΔT = 43,33-29,09= 14,24°C

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,00091}{14,24}\right]$$

α=17,41ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n3

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3676,97–3674,58 =2,39μm = 0,00239 mm

ΔT = 62,74-29,09= 33,65℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,00239}{33,65}\right]$

α=.19,35ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n4

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3678,52–3674,58 =3,94μm = 0,00394 mm

ΔT = 82,25-29,09= 53,16℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,00394}{53,16}\right]$

α=20,19ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n5

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3680,08–3674,58 =,55μm = 0,0055 mm

ΔT = 101,65-29,09= 72,56℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,0055}{72,56}\right]$

α=20,65ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n6

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3681,67–3674,58 =7,09μm = 0,00709 mm

ΔT = 121,02-29,09= 91,93℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,00709}{91,93}\right]$

α=.21,01ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n7

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3683,27–3674,58 =8,69μm = 0,00869 mm

ΔT = 140,3-29,09= 111,21℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,00869}{111,21}\right]$

α=21,29ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n8

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3684,89-3674,58 =10,31μm = 0,01031 mm

ΔT = 159,47-29,09= 130,38℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,01031}{130,38}\right]$

α=21,54ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n9

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3686,54-3674,58 =11,96μm = 0,01196 mm

ΔT = 178,63-29,09= 149,54℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,01196}{149,54}\right]$

α=21,79ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n10

Diketahui :

L_O = 3674,58um = 3,67 mm

ΔL = 3688,19-3674,58 =13,61μm = 0,01361 mm

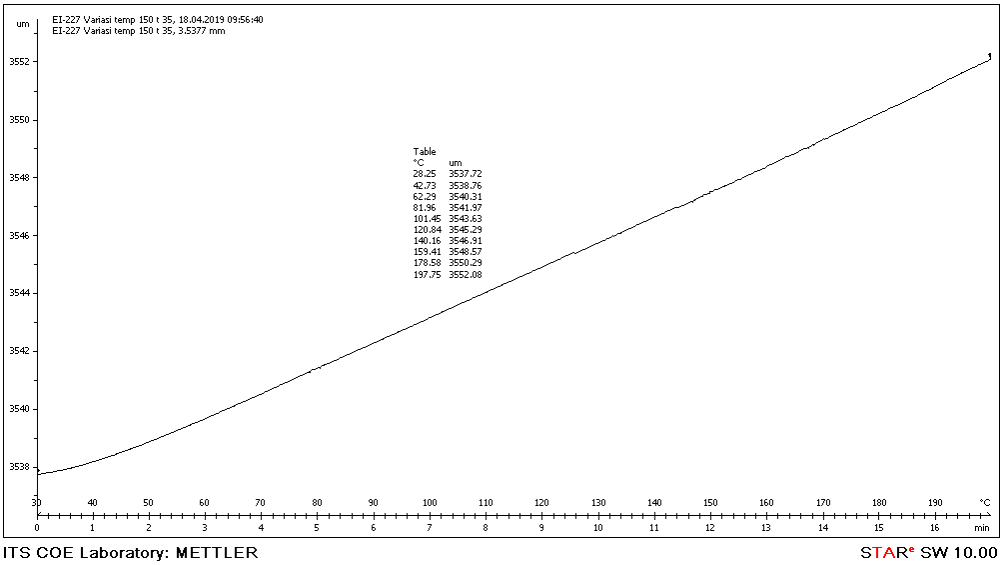
ΔT = 197,84-29,09= 168,75℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,67}\right]\left[\frac{0,01361}{168,75}\right]$

α=21,97ppm $°C^{-1}$



Gambar 4.6 (b) hasil uji TMA sesudah perlakuan panas T6 pada sample B3 panjang mula mula (Lo = 3520,65 pada temperatur 200° C.

Dilihat dari grafik di atas bila temperatur sebuah benda naik, maka benda biasanya memuai Hasil perubahan panjang dan perubahan temperature lihat pada tabel 4.5

no	temperatur	panjang	ΔT(°C)	$\Delta L(\mu m)$	mm
1	28,25	3537,72	0	0	0
2	42,73	3538,76	14,48	1,04	0,00104
3	62,29	3540,31	34,04	2,59	0,00259
4	81,96	3541,97	53,71	4,25	0,00425
5	101,45	3543,63	73,2	5,91	0,00591
6	120,84	3545,29	92,59	7,57	0,00757
7	140,16	3546,91	111,91	9,19	0,00919
8	159,41	3548,57	131,16	10,85	0,01085
9	178,58	3550,29	150,33	12,57	0,01257
10	197,75	3552,08	169,5	14,36	0,01436

Untuk mencari Koefisien ekspansi termal (α) dihitung berdasarkan persamaan

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

dimana :

α = Koefisien ekspansi termal (/℃.)

L_0 = Panjang awal (mm)

ΔL = perubahan panjang pada temperature (mm)

ΔT = perubahan temperature (℃)

Koefesien ekspansi thermal n2

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3538,76–3537,72 =1,04μm = 0,00104 mm

ΔT = 42,73-28,25= 14,48℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}53}\right]\left[\frac{0{,}00104}{14{,}48}\right]$$

α=.20,34ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n3

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3540,31–3537,72 =2,59μm = 0,00259 mm

ΔT = 62,29-28,25= 34,04℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}53}\right]\left[\frac{0{,}00259}{34{,}04}\right]$$

α=.21,55ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n4

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3541,97–3537,72 =4,25μm = 0,00425 mm

ΔT = 81,96-28,25= 53,71℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,53}\right]\left[\frac{0,00425}{53,71}\right]$

α=22,41ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n5

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3543,63–3537,72 =5,91μm = 0,00591 mm

ΔT = 101,45-28,25= 73,2℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,53}\right]\left[\frac{0,00591}{73,2}\right]$

α =22,87ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n6

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3545,29–3537,72 =7,57μm = 0,00757 mm

ΔT = 120,84-28,25= 92,59℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,53}\right]\left[\frac{0,00757}{92,59}\right]$

α=23,16ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n7

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3546,91–3537,72 =9,19μm = 0,000919 mm

ΔT = 140,16-28,25= 111,91℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,53}\right]\left[\frac{0,00019}{111,91}\right]$

α=23, 26ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n8

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3548,57–3537,72 =10,85μm = 0,01085 mm

ΔT = 159,41-28,25= 131,16 ℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,53}\right]\left[\frac{0,01085}{131,16}\right]$

α=23,43ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n9

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3550,29–3537,72 =12,57μm = 0,01257mm

ΔT = 178,58-28,25= 150,33 ℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,53}\right]\left[\frac{0,01257}{150,33}\right]$

α=23,68ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n10

Diketahui :

L_O = 3537,72 = 3,53mm

ΔL = 3552,08–3537,72 =14,36μm = 0,01436mm

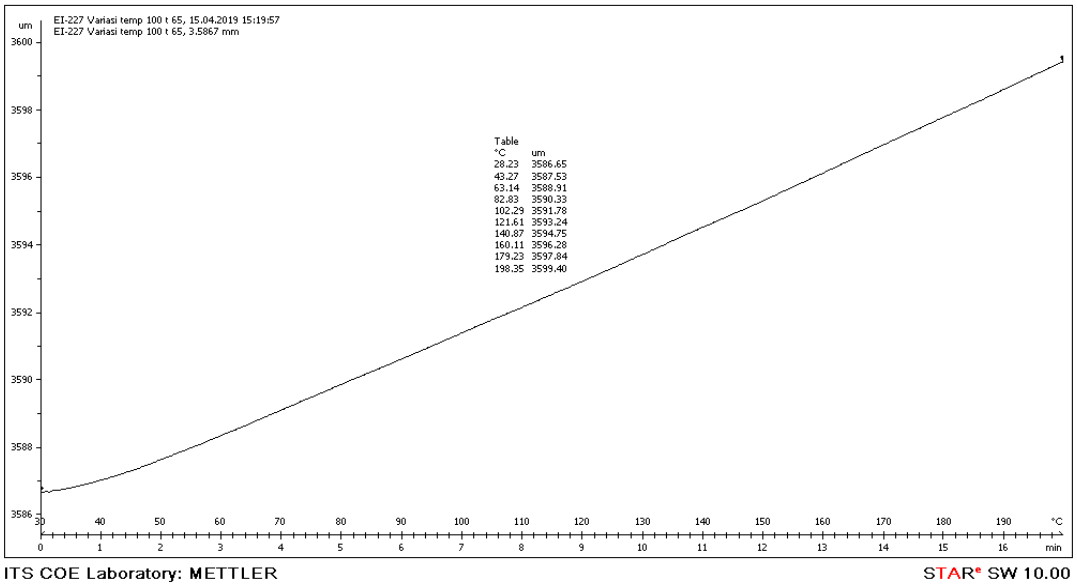
ΔT = 197,75-28,25= 169,5 ℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}53}\right]\left[\frac{0{,}01436}{169{,}5}\right]$$

α=23,99ppm °C^{-1}



Gambar 4.6 (c) hasil uji TMA sesudah perlakuan panas T6 pada sample C1 panjang mula mula (Lo = 3586,65 pada temperatur 200° C.

Dilihat dari grafik di atas bila temperatur sebuah benda naik, maka benda biasanya memuai Hasil perubahan panjang dan perubahan temperature lihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 perubahan panjang dan perubahan temperature hasil uji TMA

no	temperatur	panjang	ΔT (°C)	ΔL (μm)	mm
1	28,23	3586,65	0	0	0
2	43,27	3587,53	15,04	0,88	0,00088
3	63,14	3588,91	34,91	2,26	0,00226
4	82,83	3590,33	54,6	3,68	0,00369
5	102,29	3591,78	74,06	5,13	0,00513
6	121,61	3593,24	93,38	6,59	0,00659
7	140,87	3594,75	112,64	8,1	0,0081
8	160,11	3596,28	131,88	9,63	0,00963
9	179,23	3597,84	151	11,19	0,01119
10	198,35	3599,4	170,12	12,75	0,01275

Untuk mencari Koefisien ekspansi termal (α) dihitung berdasarkan persamaan

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

dimana :

α = Koefisien ekspansi termal (/℃.)

L_0 = Panjang awal (mm)

ΔL = perubahan panjang pada temperature (mm)

ΔT = perubahan temperature (℃)

Koefesien ekspansi thermal n2

Diketahui :

L_O =3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3587,53– 3586,65 =0,88μm =0,00088mm

ΔT = 43,27-28,68= 15,04℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,00088}{15,04}\right]$

α= 16,34. ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n3

Diketahui :

L_O = 3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3588,91– 3586,65 =2,26μm =0,00226mm

ΔT = 63,14-28,68= 34,91℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,00226}{34,91}\right]$

α= 18,08. ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n4

Diketahui :

L_O =3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3590,91–3586,65 =3,68μm =0,00368mm

ΔT = 82,83-28,68= 54,6℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,00368}{54,6}\right]$

α= 18,82ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n5

Diketahui :

L_O = 3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3591,78– 3586,65 =5,13μm =0,00513mm

ΔT = 102,29-28,68= 74,06℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,00513}{74,06}\right]$

α= 19,34 ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n6

Diketahui :

L_O = 3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3593,24– 3586,65 =6,59μm =0,00659mm

ΔT = 121,24-28,68= 93,38℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,00659}{93,38}\right]$

α=19,71ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n7

Diketahui :

L_O =3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3594,75– 3586,65 =8,1μm =0,0081mm

ΔT = 140,87-28,68= 112,64℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,0081}{112,6}\right]$

α= 20,09 ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n8

Diketahui :

L_O = 3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3596,28– 3586,65 =9,63μm =0,00963mm

ΔT = 160,11-28,68= 131,88℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,00963}{131,88}\right]$

α= 20,39. ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n9

Diketahui :

L_O = 3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3597,87– 3586,65 =11,19μm =0,01119mm

ΔT = 179,23-28,68= 150.55℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,01119}{150,55}\right]$

α= 20,76ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n10

Diketahui :

L_O = 3586,65um = 3,58 mm

ΔL = 3599,4– 3586,65=12,75μm =0,01275mm

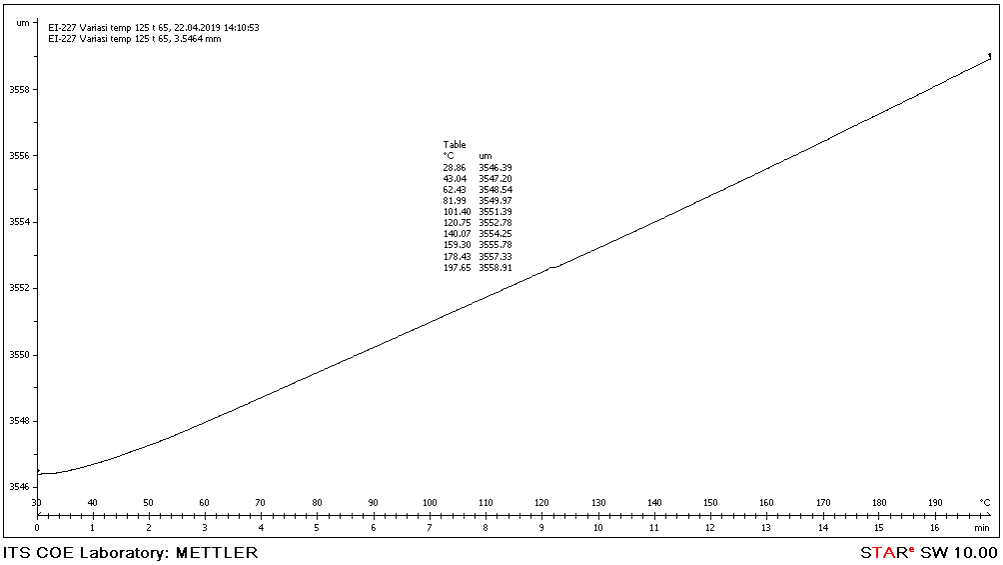
ΔT = 178,35-28,68= 170,12℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,58}\right]\left[\frac{0,,01275}{170,12}\right]$

α= 20,93 ppm $°C^{-1}$



Gambar 4.6 (c) hasil uji TMA sesudah perlakuan panas T6 pada sample C2 panjang mula mula (Lo = 3586,65 pada temperatur 200° C

Dilihat dari grafik di atas bila temperatur sebuah benda naik, maka benda biasanya memuai Hasil perubahan panjang dan perubahan temperature lihat pada tabel 4.4

4.4 perubahan panjang dan perubahan temperature hasil uji TMA sample C2

no	temperatur	panjang	ΔT(℃)	$\Delta L(\mu m)$	mm
1	28,86	3546,39	0	0	0
2	43,04	3547,2	14,18	0,81	0,00081
3	62,43	3548,54	33,57	2,15	0,00215
4	81,99	3549,97	53,13	3,58	0,00358
5	101,4	3551,39	72,54	5	0,005
6	120,75	3552,78	91,89	6,39	0,00639
7	140,07	3554,25	111,21	7,86	0,00786
8	159,3	3555,78	130,44	9,39	0,00939
9	178,43	3557,33	149,57	10,94	0,01094
10	197,65	3558,91	168,79	12,52	0,01252

Untuk mencari Koefisien ekspansi termal (α) dihitung berdasarkan persamaan

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

dimana :

α = Koefisien ekspansi termal (/°C.)

L_0 = Panjang awal (mm)

ΔL = perubahan panjang pada temperature (mm)

ΔT = perubahan temperature (°C)

Koefesien ekspansi thermal n2

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3547,2–3546,39 =0,81μm = 0,00081 mm

ΔT = 43,04-28,86= 14,18°C

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}54}\right]\left[\frac{0{,}00081}{14{,}18}\right]$$

α=16,13ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n3

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3548,54–3546,39 =2,15μm = 0,00215 mm

ΔT = 62,43-28,86= 33,57°C

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}54}\right]\left[\frac{0{,}00215}{33{,}57}\right]$$

α=18,09ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n4

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3549,97–3546,39 =3,58μm = 0,00358 mm

ΔT = 81,99-28,86= 53,13℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,54}\right]\left[\frac{0,00358}{53,13}\right]$

α=19,03ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n5

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3551,39–3546,39 =5μm = 0,005 mm

ΔT = 101,4-28,86= 72,54℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,54}\right]\left[\frac{0,005}{72,54}\right]$

α=19,47ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n6

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3552,78–3546,39 =6,39μm = 0,00639 mm

ΔT = 120,75-28,86= 91,89℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,54}\right]\left[\frac{0,00639}{91,89}\right]$

α=19,64ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n7

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3554,25–3546,39 =7,86μm = 0,00786mm

ΔT = 140,07-28,86= 111,21℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,54}\right]\left[\frac{0,00786}{111,21}\right]$

α=19,96ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n8

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3555,78–3546,39 =9,39μm = 0,00939mm

ΔT = 159,3-28,86= 130,44℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,54}\right]\left[\frac{0,00939}{130,44}\right]$

α=20,33ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n9

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3557,33–3546,39 =10,94μm = 0,01094mm

ΔT = 178,43-28,86= 149,57℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{3,54}\right]\left[\frac{0,01094}{149,57}\right]$

α=20,66ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n10

Diketahui :

L_O = 3546,39 = 3,54 mm

ΔL = 3558,91–3546,39 =12,52μm = 0,01252mm

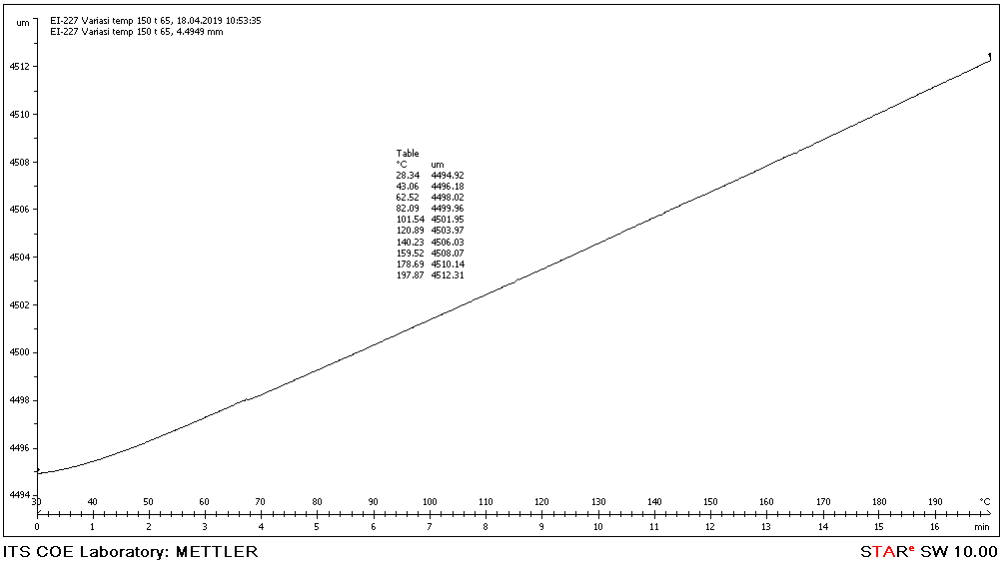
ΔT = 197,65-28,86= 168,79℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{3{,}54}\right]\left[\frac{0{,}01252}{168{,}79}\right]$$

α=20,95ppm °C^{-1}



Gambar 4.6 (c) hasil uji TMA sesudah perlakuan panas T6 pada sample C3 panjang mula mula (Lo = 3586,65 pada temperatur 200° C

Dilihat dari grafik di atas bila temperatur sebuah benda naik, maka benda biasanya memuai Hasil perubahan panjang dan perubahan temperature lihat pada tabel 4.5

4.5perubahan panjang dan perubahan temperature hasil uji TMA sample C3

no	temperatur	panjang	ΔT(℃)	$\Delta L(\mu m)$	mm
1	28,34	4494,92	0	0	0
2	43,06	4496,18	14,72	1,26	0,00126
3	62,52	4498,02	34,18	3,1	0,0031
4	82,09	4499,96	53,75	5,04	0,00504
5	101,54	4501,95	73,2	7,03	0,00703
6	120,89	4503,97	92,55	9,05	0,00905
7	140,23	4506,03	111,89	11,11	0,01111
8	159,52	4508,07	131,18	13,15	0,01315
9	178,69	4510,14	150,35	15,22	0,01522
10	197,87	4512,31	169,53	17,39	0,01739

Untuk mencari Koefisien ekspansi termal (α) dihitung berdasarkan persamaan

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

dimana :

α = Koefisien ekspansi termal (/℃.)

L_0 = Panjang awal (mm)

ΔL = perubahan panjang pada temperature (mm)

ΔT = perubahan temperature (℃)

Koefesien ekspansi thermal n2

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4496,18– 4494,92 =1,26μm = 0,00126 mm

ΔT = 43,06-28,34= 14,72℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,00126}{14,72}\right]$$

α=.19,06ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n3

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4498,02– 4494,92 =3,1μm = 0,0031 mm

ΔT = 62,52-28,34= 34,18℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,0031}{34,18}\right]$

α=20,19ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n4

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4499,96– 4494,92 =5,04μm = 0,00504mm

ΔT = 82,09-28,34= 53,75℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,00504}{53,75}\right]$

α=.20,88ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n5

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4501,95– 4494,92 =7,03μm = 0,00703mm

ΔT = 101,54-28,34= 73,2℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,00703}{73,2}\right]$

α=21,38ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n6

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4503,97– 4494,92 =9,05μm = 0,00905mm

ΔT = 120,89-28,34= 92,55℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,00905}{92,55}\right]$

α=21,77ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n7

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4506,03– 4494,92 =11,11μm = 0,01111mm

ΔT = 140,23-28,34= 111,89℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,01111}{111,89}\right]$

α=22,11ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n8

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4508,07– 4494,92 =13,15μm = 0,01315mm

ΔT = 159,52-28,34= 131,18℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,01315}{131,18}\right]$

α=22, 32ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n9

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4510,14– 4494,92 =15,22μm = 0,01522mm

ΔT = 178,69-28,34= 150,35℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,01522}{150,35}\right]$$

α=22,54ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n10

Diketahui :

L_O = 4494,92 = 4,49mm

ΔL = 4512,31– 4494,92 =17,39μm = 0,01739mm

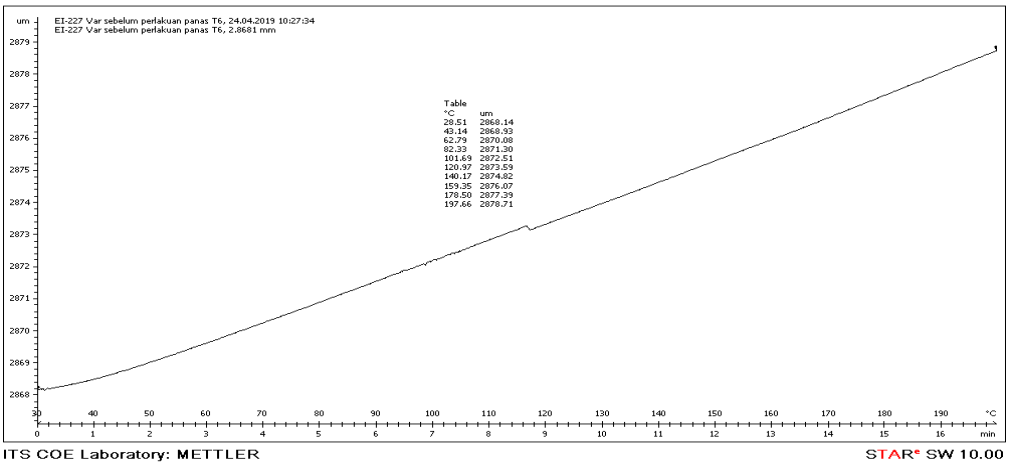
ΔT = 197,87-28,34= 169,53℃

Jawab:

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

$$\alpha = \left[\frac{1}{,4,49}\right]\left[\frac{0,01739}{169,53}\right]$$

α=22,84ppm °C^{-1}



Gambar 4.6 (d) hasil uji TMA sebelum perlakuan panas T6 panjang mula mula (Lo = 2868,14 pada temperatur 200° C

Dilihat dari grafik di atas bila temperatur sebuah benda naik, maka benda biasanya memuai. Hasil perubahan panjang dan perubahan temperature lihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 perubahan panjang dan perubahan temperature hasil uji TMA
Tanpa perlakuan panas

no	temperatur	panjang	ΔT(°C)	$\Delta L(\mu m)$	mm
1	28,51	2868,14	0	0	0
2	43,14	2868,93	14,63	0,79	0,00079
3	62,79	2870,08	34,28	1,94	0,00194
4	82,33	2871,3	53,82	3,16	0,00316
5	101,69	2872,51	73,18	4,37	0,00437
6	120,97	2873,59	92,46	5,45	0,00545
7	140,17	2874,82	111,66	6,68	0,00668
8	159,35	2876,07	130,84	7,93	0,00793
9	178,5	2877,39	149,99	9,25	0,00925
10	197,66	2878,71	169,15	10,57	0,01057

4.1.5 perhitungan koefesien ekspansi thermal tanpa perlakuan hasil uji TMA

Untuk mencari Koefisien ekspansi termal (α) dihitung berdasarkan persamaan

$$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$$

dimana :
α = Koefisien ekspansi termal (/°C.)
L_0 = Panjang awal (mm)
ΔL = perubahan panjang pada temperature (mm)
ΔT = perubahan temperature (°C)

Koefesien ekspansi thermal n2

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL = 2868,93– 2868,14 =0,79μm = 0,00079 mm

ΔT = 43,14-28,51= 14,63℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,00079}{14,63}\right]$

α=18,88ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n3

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL =2870,08– 2868,14 =1,94μm = 0,00149 mm

ΔT =62,79-28,51= 34,28℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,00149}{34,28}\right]$

α=.15,19 ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n4

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL =2871,3– 2868,14 =3,16μm = 0,00316 mm

ΔT =82,33-28,51= 34,28℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,00316}{34,28}\right]$

α=32,23 ppm °C^{-1}

Koefesien ekspansi thermal n5

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL =2872,51– 2868,14 =4,37μm = 0,00437 mm

ΔT =101,69-28,51= 73,18℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,00437}{73,18}\right]$

α= 20,87 ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n6

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL =2873,59– 2868,14 =5,45μm = 0,00545 mm

ΔT =120,97-28,51= 92,46℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,00545}{92,46}\right]$

α=20,60 ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n7

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL =2874,82– 2868,14 =6,68μm = 0,00668 mm

ΔT =140,17-28,51= 111,66℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,00668}{111,66}\right]$

α=20,91 ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n8

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL =2876,07– 2868,14 =7,93μm = 0,00793 mm

ΔT =159,35-28,51= 130,84℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,00793}{130,84}\right]$

α=21,19 ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n9

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL =2877,39– 2868,14 =9,25μm = 0,00925 mm

ΔT =178,5-28,51= 149, 99℃

Jawab:

$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,00925}{149,99}\right]$

α=21,56 ppm $°C^{-1}$

Koefesien ekspansi thermal n10

Diketahui :

L_O = 2868,14um = 2,86 mm

ΔL =2878,71– 2868,14 =10,57μm = 0,01057 mm

ΔT =197,66-28,51= 169,15℃

Jawab:

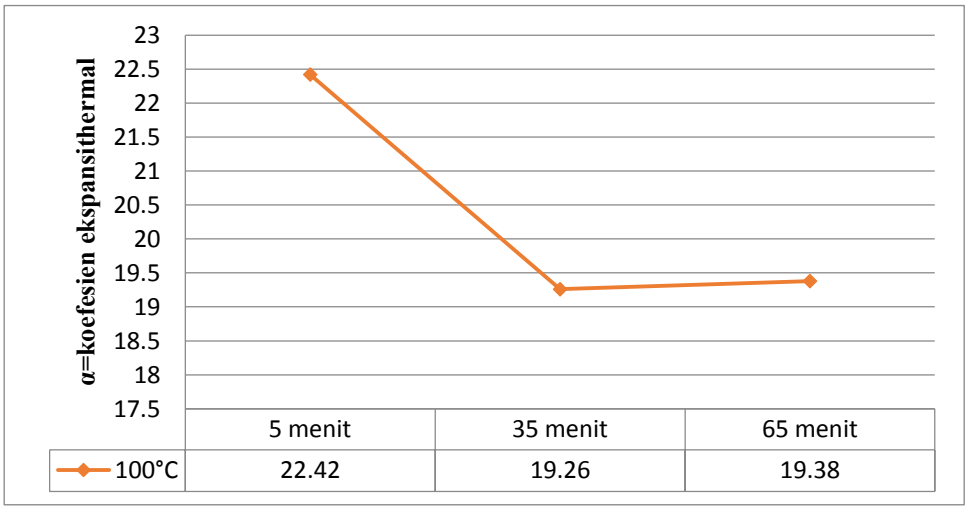
$\alpha = \left[\frac{1}{L_0}\right]\left[\frac{\Delta L}{\Delta T}\right]$

$\alpha = \left[\frac{1}{2,86}\right]\left[\frac{0,01057}{149,99}\right]$

α=24,64 ppm $°C^{-1}$

L.2 Analisa hasil uji TMA (thermomechanical analysis).

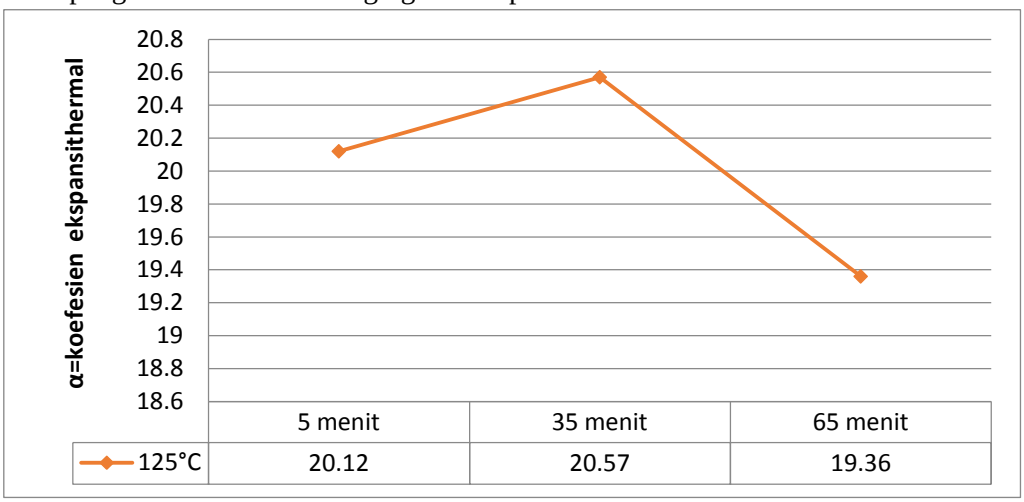
L.1.2 pengaruh variasi waktu aging terhadap koefesien thermal



Gambar 4.7 Pengaruh waktu aging terhadap koefesien thermal pada temperatur aging 100°C

Dari gambar 4.7 dapat di lakukan analisa pada variasi waktu aging sesudah perlakuan panas T6. pada hasil uji TMA pada temperatur 100°C menunjukan nilai koefesien ekspansi thermal pada aluminium komposit paduan abu dasar batu bara dengan koefesien ekspansi paling tinggi adalah sample dengan waktu 5 menit yaitu sebesar 22,42. ppm°C^{-1}. Sedangkan koefesien ekspansi terendah terdapat pada sample dengan waktu 35 menit yaitu sebesar 19,26 ppm°C^{-1} .

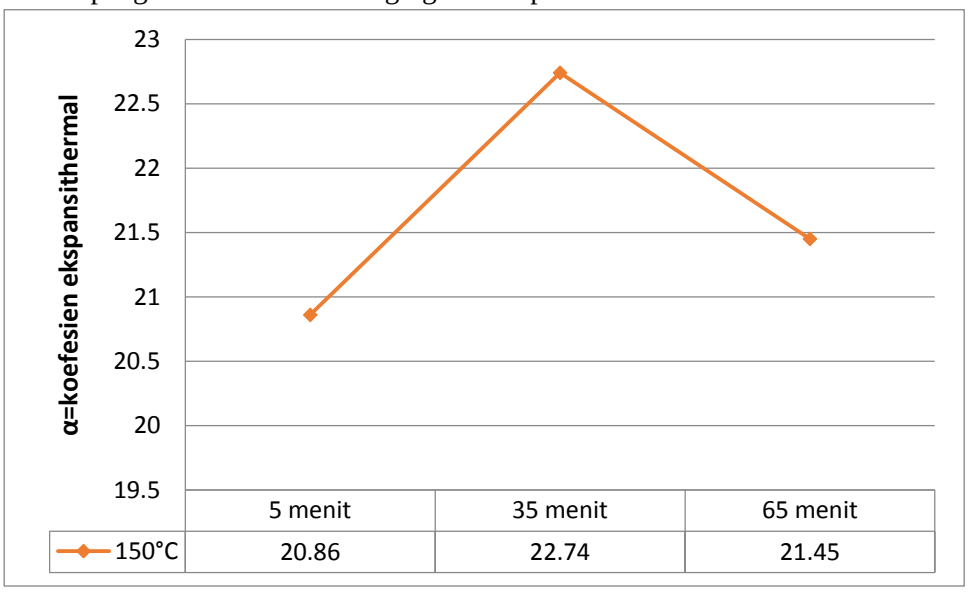
L.1.3 pengaruh variasi waktu aging terhadap koefesien thermal



Gambar 4.7 Pengaruh waktu aging terhadap koefesien thermal pada temperatur 125°C

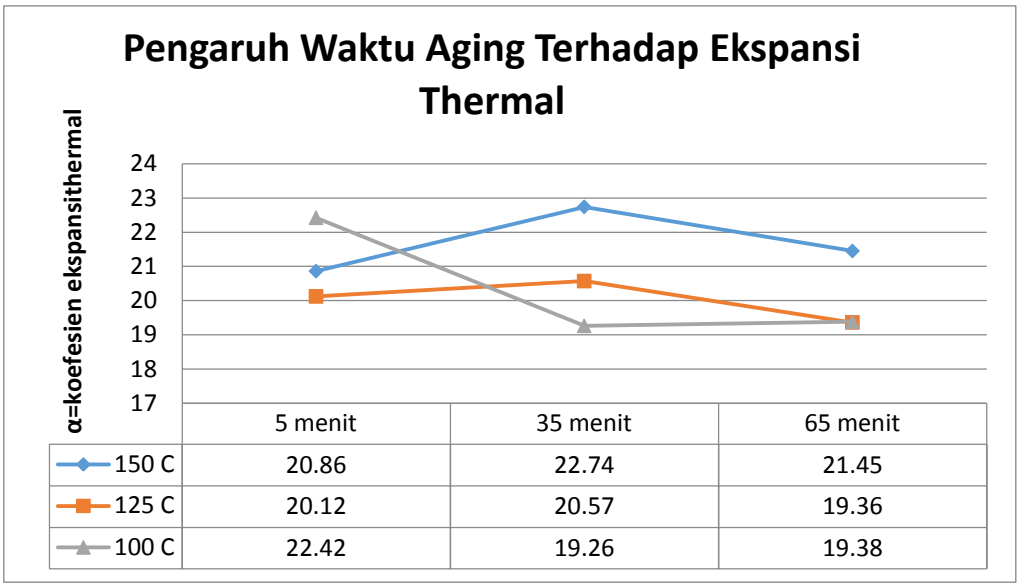
Dari gambar 4.7 dapat di lakukan analisa pada variasi waktu aging sesudah perlakuan panas T6. pada hasil uji TMA pada temperatur 125°C menunjukan nilai koefesien ekspansi thermal pada aluminium komposit paduan abu dasar batu bara dengan koefesien ekspansi paling tinggi adalah sample dengan waktu 35 menit yaitu sebesar 20,57. ppm°C^{-1}. Sedangkan koefesien ekspansi terendah terdapat pada sample dengan waktu 65 menit yaitu sebesar 19,36 ppm°C^{-1} .

L.1.4 pengaruh variasi waktu aging terhadap koefesien thermal



Gambar 4.7 Pengaruh waktu aging terhadap koefesien thermal pada temperatur 150°C

Dari gambar 4.7 dapat di lakukan analisa pada variasi waktu aging sesudah perlakuan panas T6. pada hasil uji TMA pada temperatur 150°C menunjukan nilai koefesien ekspansi thermal pada aluminium komposit paduan abu dasar batu bara dengan koefesien ekspansi paling tinggi adalah sample dengan waktu 35 menit yaitu sebesar 22,74. ppm°C^{-1}. Sedangkan koefesien ekspansi terendah terdapat pada sample dengan waktu 5 menit yaitu sebesar 20,86 ppm°C^{-1} .

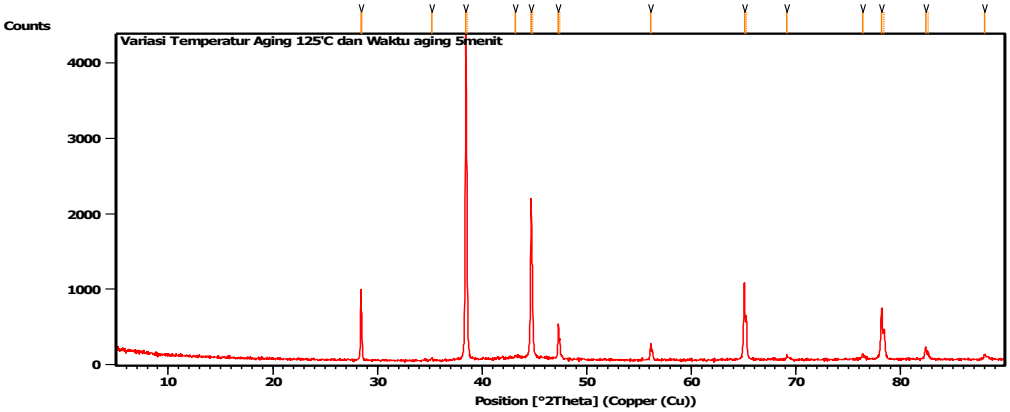


Gambar 4.10 hubungan pengaruh antara variasi waktu aging terhadap koefesien thermal setelah T6.

Dilihat dari ketiga gambar menunjukan hasil uji TMA dari sample uji dan sample uji dengan perlakuan panas T6 variasi waktu aging 5 menit,35 menit, 65 menit dan temperatur aging 100°C, 125°C 150°C. Dari grafik di atas menunjukan nilai ekspansi thermal setelah di perlakuan panas T6 memiliki nilai koefesien yang berbeda seiring dengan perbedaan temperatur aging dan waktu aging. Dari hasil grafik diatas menunjukan koefesien thermal tertinggi terdapat pada variasi waktu aging 35 menit dengan temperatur 150°C yaitu sebesar 22,74 ppm°C^{-1} sedangkan koefesien thermal terendah terdapat pada variasi waktu aging 35°C dengan waktu temperatur aging 100°C menit yaitu sebesar 19,26 ppm°C^{-1} .

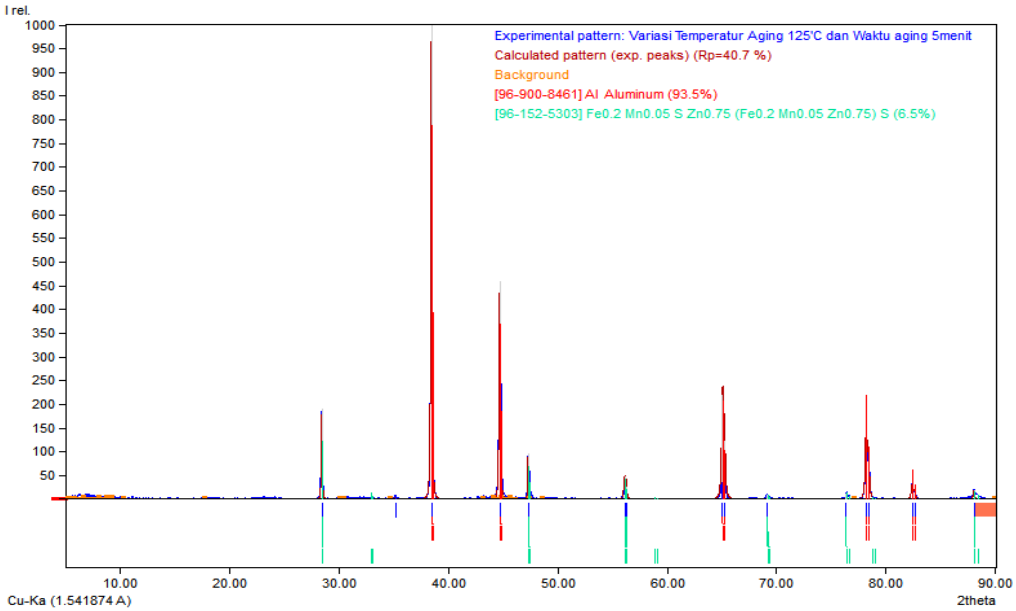
Lampiran 2

L.2.1Hasil pengujian X-RD sample A2



peakList:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
28.4255	899.33	0.1020	3.13738	21.01
28.5161	462.21	0.0408	3.13538	10.80
35.1808	35.57	0.2040	2.54889	0.83
38.4365	4280.33	0.1020	2.34014	100.00
38.5545	2371.30	0.0612	2.33905	55.40
43.1928	34.81	0.3264	2.09283	0.81
44.6819	2097.87	0.1020	2.02648	49.01
44.8185	1129.64	0.0612	2.02564	26.39
47.2924	474.30	0.0816	1.92052	11.08
47.4225	273.02	0.0612	1.92032	6.38
56.1263	222.42	0.1428	1.63739	5.20
65.0578	1022.41	0.1224	1.43251	23.89
65.2563	514.04	0.1224	1.43219	12.01
69.1047	45.42	0.2448	1.35817	1.06
76.3758	66.06	0.1632	1.24595	1.54
78.1902	681.54	0.1632	1.22151	15.92
78.4174	402.69	0.1428	1.22157	9.41
82.4082	159.63	0.1224	1.16935	3.73
82.6455	92.74	0.1224	1.16949	2.17
88.0175	67.32	0.1224	1.10871	1.57



Gambar 4.1 hasil analisa search *MACTH!3* sample A2.

1) Perhitungan Pada variasi temperatur 125°C dan waktu tahan 5 menit

Diketahui

(λ CuKα = 1.5406 Å)

B (FHWM) $\longrightarrow$ $= \frac{0,1020}{180}$ X 3,14 =0,001779

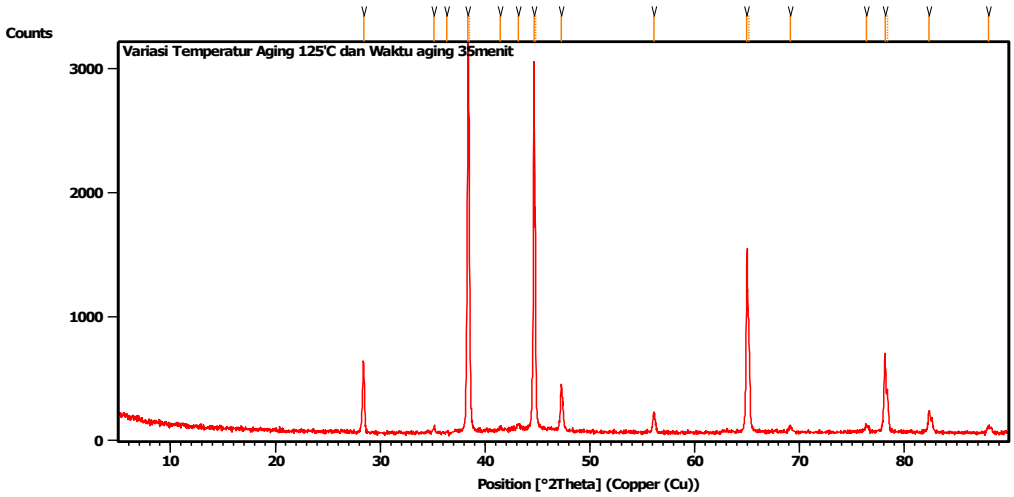
2θ = 38,4365 $\longrightarrow$ $\theta = \frac{38,4365}{2}$ = 19,2185

Cos θ = 0,944271

Ditanya D = ?

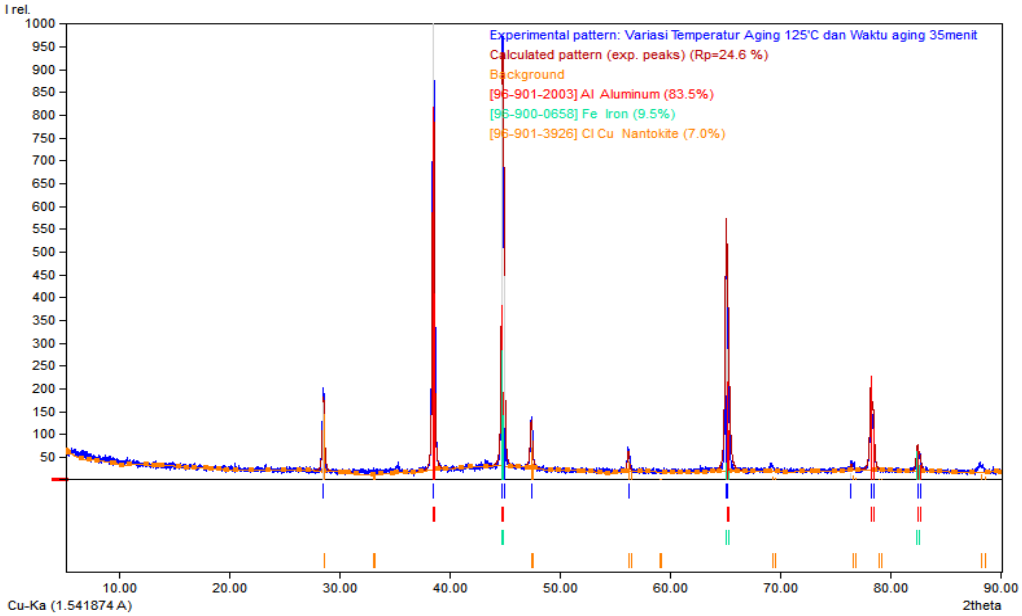
$$D = \frac{0,9\,\lambda}{\text{B Cos }\theta} = \frac{0,9 \text{ x } 1.54060 \text{ Å}}{(0,001779 \text{ X } 0,944271)} = 825.3912 \text{ Å}$$

L.2.2. Hasil pengujian X-RD sample B2



PeakList:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
28.4296	558.00	0.1673	3.13953	18.00
35.1464	41.50	0.2676	2.55341	1.34
36.3790	10.25	0.2007	2.46968	0.33
38.3742	3099.62	0.1224	2.34380	100.00
38.4786	2544.24	0.0816	2.34349	82.08
41.4682	22.35	0.4896	2.17579	0.72
43.1673	45.86	0.2448	2.09401	1.48
44.6719	2998.87	0.1020	2.02691	96.75
44.7991	1679.91	0.0612	2.02647	54.20
47.2511	346.16	0.1020	1.92211	11.17
56.0910	171.60	0.1428	1.63833	5.54
64.9810	1470.71	0.1428	1.43402	47.45
65.1695	791.20	0.0816	1.43388	25.53
69.1089	37.69	0.4080	1.35810	1.22
76.3441	64.84	0.1632	1.24639	2.09
78.1537	632.66	0.1632	1.22199	20.41
78.3824	325.26	0.0816	1.22203	10.49
82.3563	179.08	0.2040	1.16995	5.78
88.0253	51.74	0.2448	1.10864	1.67



Gambar 4.2 hasil analisa search *MACTH!3* sample B2.

2) Perhitungan Pada variasi temperatur 125°C dan waktu tahan 35 menit

Diketahui

(λ CuKα = 1.5406 Å)

B (FHWM) $\longrightarrow$ $= \frac{0,1224}{180}$ X 3,14 =0,002135

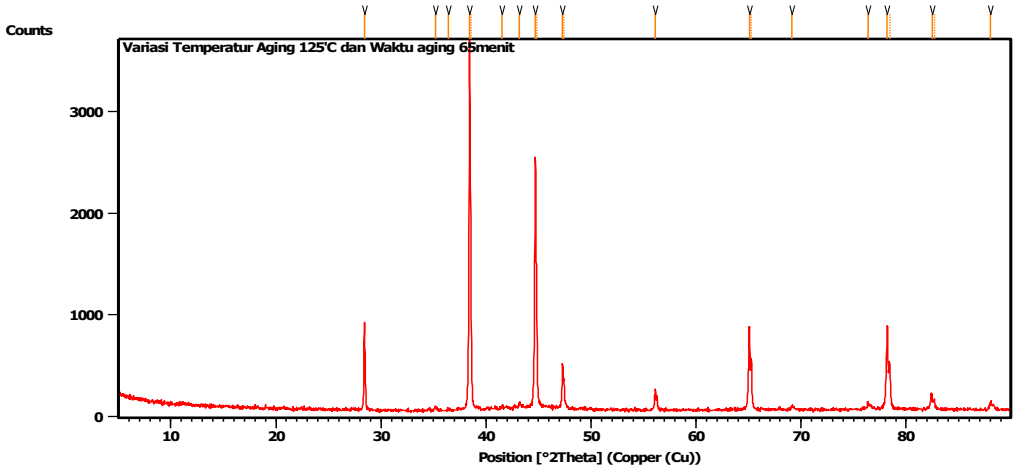
2θ = 38,3742 $\longrightarrow$ $\theta = \frac{38,3742}{2}$ = 19,1871

Cos θ = 0,944450

Ditanya D = ?

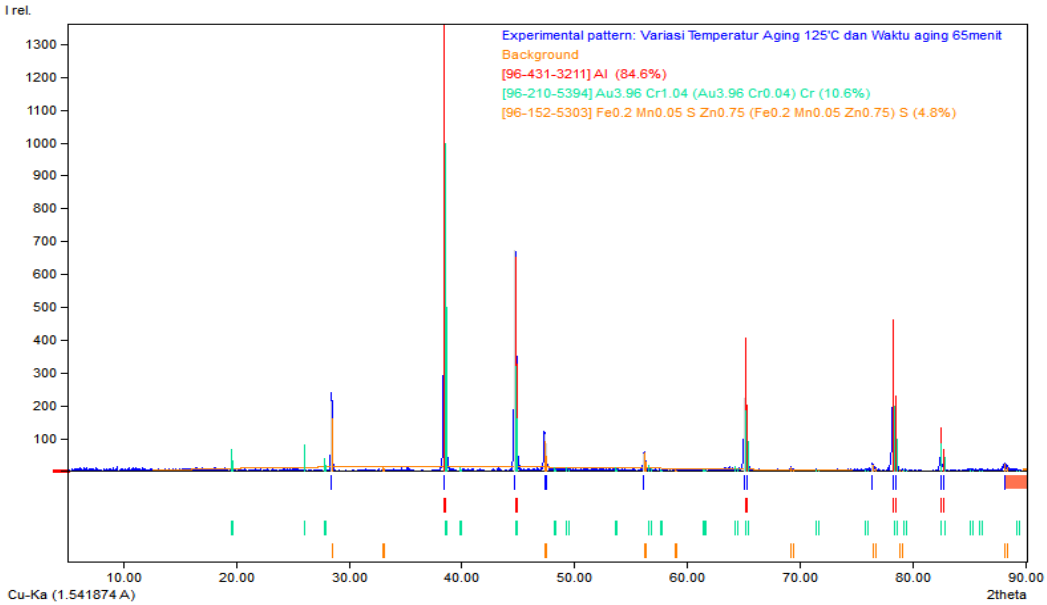
$$D = \frac{0,9\,\lambda}{B\ \mathrm{Cos}\ \theta} = \frac{0,9 \text{ x } 1.54060 \text{ Å}}{(0,002135 \text{ X } 0,944450)} = 687,6311 \text{ Å}$$

L.2.3 Hasil pengujian X-RD sample C2



Peak List:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
28.4260	837.71	0.1004	3.13992	24.33
35.1861	42.28	0.1673	2.55062	1.23
36.4212	18.56	0.2676	2.46692	0.54
38.4345	3443.41	0.1020	2.34026	100.00
38.5603	1762.03	0.0612	2.33871	51.17
41.5094	34.57	0.2448	2.17373	1.00
43.1967	58.40	0.1632	2.09265	1.70
44.6986	2468.65	0.1224	2.02576	71.69
44.8327	1272.20	0.0612	2.02503	36.95
47.2984	437.85	0.0816	1.92029	12.72
47.4252	288.66	0.0612	1.92022	8.38
56.1119	199.13	0.1428	1.63777	5.78
65.0593	761.47	0.1428	1.43249	22.11
65.2597	497.81	0.0816	1.43212	14.46
69.1114	34.46	0.2040	1.35806	1.00
76.3413	76.31	0.1020	1.24643	2.22
78.1977	825.17	0.1224	1.22142	23.96
78.4423	412.90	0.1224	1.22125	11.99
82.4556	137.39	0.1632	1.16879	3.99
82.6676	94.72	0.1224	1.16923	2.75
88.0459	76.84	0.1632	1.10843	2.23



Gambar hasi 4.3 analisa search *MACTH!3* sample C2

3) Perhitungan Pada variasi temperatur 125°C dan waktu tahan 65menit

Diketahui

(λ CuKα = 1.5406 Å)

B (FHWM) $\longrightarrow$ $= \frac{0,1020}{180}$ X 3,14 =0,001779

2θ = 38,4345 $\longrightarrow$ $\theta = \frac{38,4345}{2}$ = 19,21725

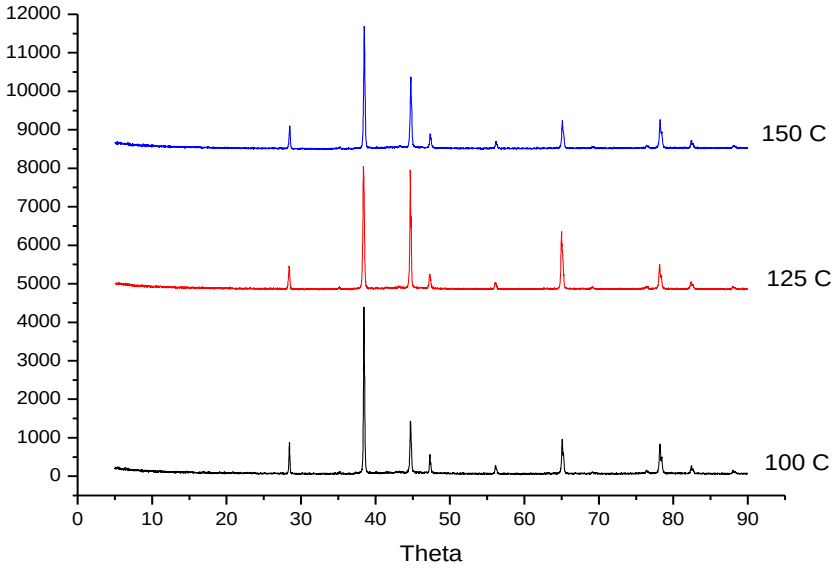
Cos θ = 0,944277

Ditanya D = ?

$$D = \frac{0,9\,\lambda}{\text{B Cos }\theta} = \frac{0,9 \text{ x } 1.54060 \text{ Å}}{(0,001779 \text{ X } 0,944277)} = 825,3922 \text{ Å}$$

L 2.4 Hasil Pola Perbandingan hasil X-RD spesimen A2, B2, C2

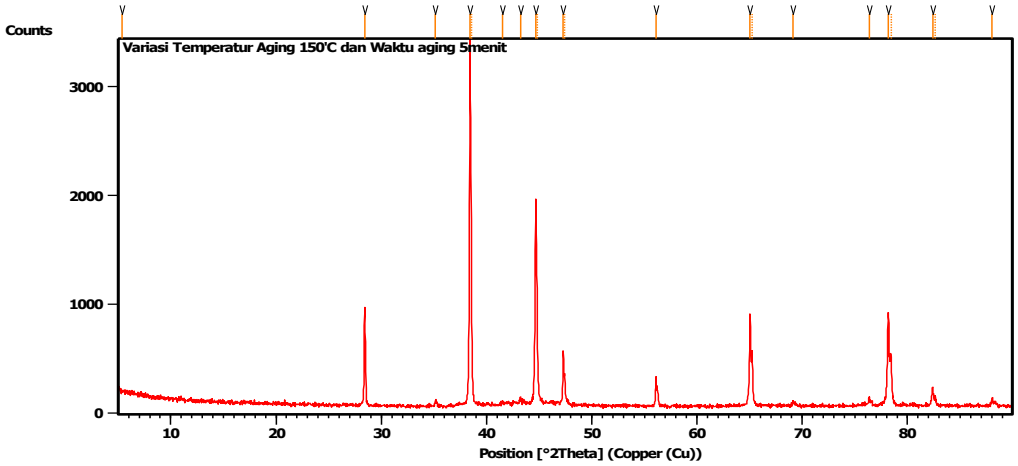
Hasil perbandingan variasi temperatur aging 100° 125 °C 150 °C masing masing pada waktu aging 35 menit dapat dilihat pada gambar4.14(a)



Gambar 4.14 (a) Hasil pola perbandingan X -RD dengan waktu aging 35 Menit dengan variasi Temperatur 100°C, 125°C, 150 °C

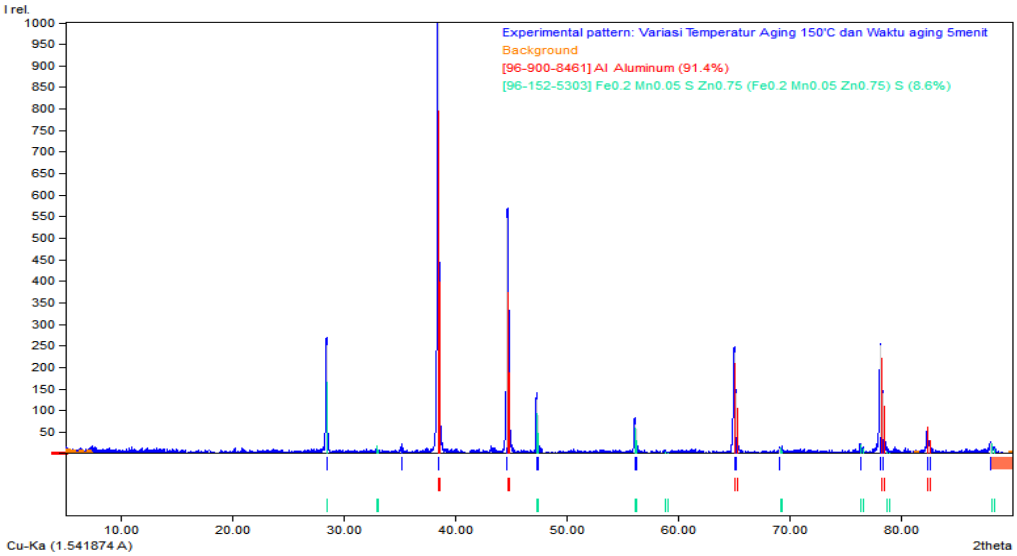
Berdasarkan hasil identifikasi fasa menggunakan *macth!3* diketahui bahwa Pola X-RD yang dihasilkan dari ketiga variasi temperatur tersebut menunjukan pola yang hampir sama, yang membedakan dari ketiga variasi tersebut pada tinggi puncak. pada temperatur aging 100°C intensitas tertinggi berada pada posisi 2theta yaitu 38, 4365 dengan intensitas sebesar 100% pada temperatur aging 125°C intensitas tertinggi berada pada posisi 2theta yaitu 38,3742 dengan intensitas 100%. Sedangkan pada temperatur aging 150°C intensitas tertinggi berada pada posisi 2theta yaitu 38, 4345 dengan intensitas sebesar 100%

L.2.4 Hasil pengujian X-RD sample A3



PeakList:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
5.3864	33.26	0.8029	16.40704	0.99
28.4242	887.11	0.1004	3.14012	26.36
35.1453	49.31	0.1673	2.55349	1.47
38.4294	3365.22	0.0816	2.34056	100.00
38.5456	1784.77	0.0612	2.33957	53.04
41.5142	25.24	0.8160	2.17349	0.75
43.2119	68.29	0.1224	2.09195	2.03
44.6703	1895.67	0.1020	2.02698	56.33
44.8077	1057.23	0.0816	2.02610	31.42
47.2872	450.97	0.1020	1.92072	13.40
47.4307	272.97	0.0612	1.92000	8.11
56.1070	266.85	0.0816	1.63790	7.93
65.0231	750.94	0.1428	1.43320	22.31
65.2221	501.37	0.0816	1.43285	14.90
69.1225	46.79	0.1224	1.35786	1.39
76.3587	75.09	0.1224	1.24619	2.23
78.1730	852.22	0.1632	1.22174	25.32
78.4416	413.39	0.1428	1.22126	12.28
82.3851	170.85	0.1428	1.16962	5.08
82.6294	85.63	0.1020	1.16967	2.54
88.0184	66.54	0.1632	1.10871	1.98



Gambar 4.4 hasil analisa search *MACTH!3* sample A3

4.) Perhitungan Pada variasi temperatur 150°C dan waktu tahan 5 menit

Diketahui

(λ CuKα = 1.5406 Å)

B (FHWM) $\longrightarrow$ $= \frac{0{,}0816}{180}$ X 3,14 =0,001423

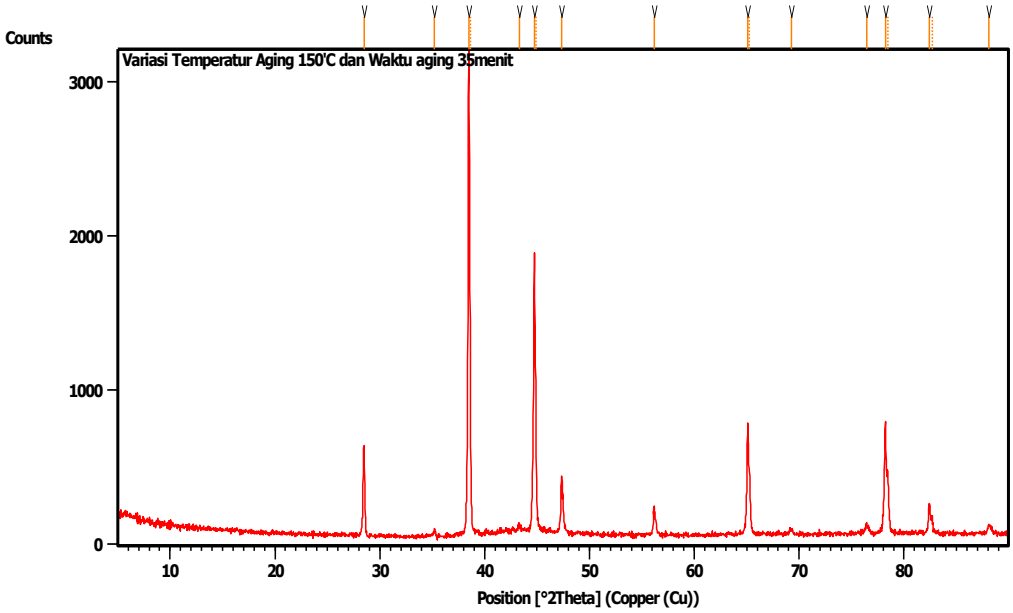
2θ = 38,4294 $\longrightarrow$ $\theta = \frac{38{,}4294}{2}$ = 19, 2147

Cos θ =0,944291

Ditanya D = ?

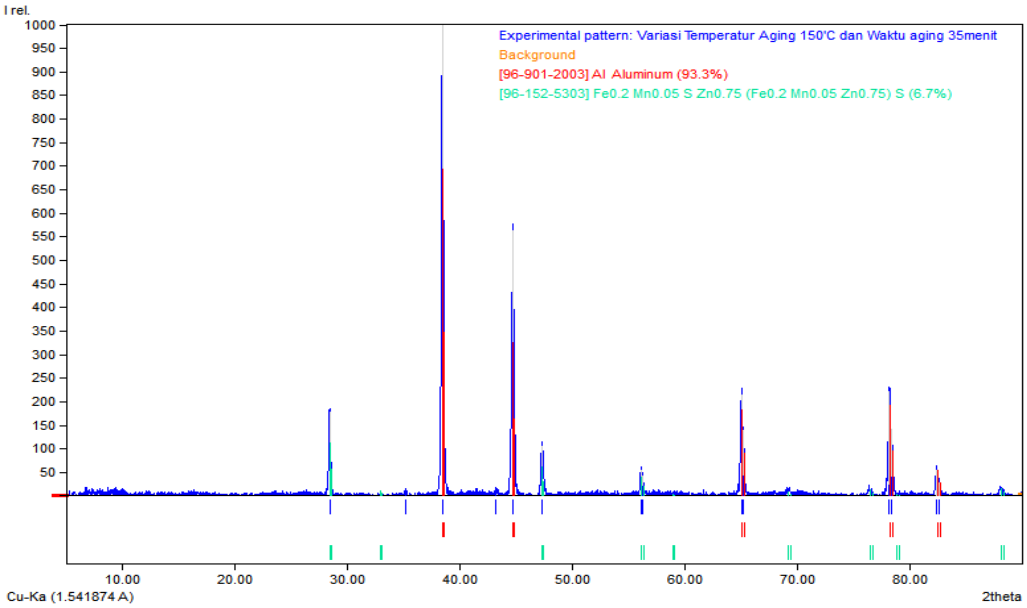
$$D = \frac{0{,}9\,\lambda}{\text{B Cos }\theta} = \frac{0{,}9 \text{ x } 1.54060 \text{ Å}}{(0{,}001423 \text{ X } 0{,}944291)} = 103{,}1862\text{Å}$$

L.2.6 Hasil pengujianX-RD sampleB3



Peak List:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
28.4989	590.61	0.1506	3.13205	18.84
35.2280	42.49	0.2007	2.54769	1.36
38.4882	3135.25	0.1836	2.33712	100.00
38.6237	1316.59	0.0612	2.33502	41.99
43.2846	40.72	0.2448	2.08860	1.30
44.7438	1819.86	0.1224	2.02382	58.05
44.8800	925.45	0.0612	2.02300	29.52
47.3135	322.26	0.1428	1.91972	10.28
56.1800	165.82	0.1632	1.63595	5.29
65.0951	706.81	0.1428	1.43178	22.54
65.2617	403.27	0.1020	1.43208	12.86
69.2373	23.31	0.5712	1.35589	0.74
76.4253	62.06	0.1224	1.24527	1.98
78.2268	730.50	0.1632	1.22104	23.30
78.4386	401.64	0.1020	1.22130	12.81
82.3814	175.53	0.1020	1.16966	5.60
82.6667	103.48	0.1224	1.16924	3.30
88.0859	57.33	0.4896	1.10803	1.83



Gambar 4.5 hasil analisa search *MACTH!3* sample B3

5). Perhitungan Pada variasi temperatur 150°C dan waktu tahan 35 menit

Diketahui

(λ CuKα = 1.5406 Å)

B (FHWM) $\longrightarrow$ $= \frac{0,1836}{180}$ X 3,14 =0.003202

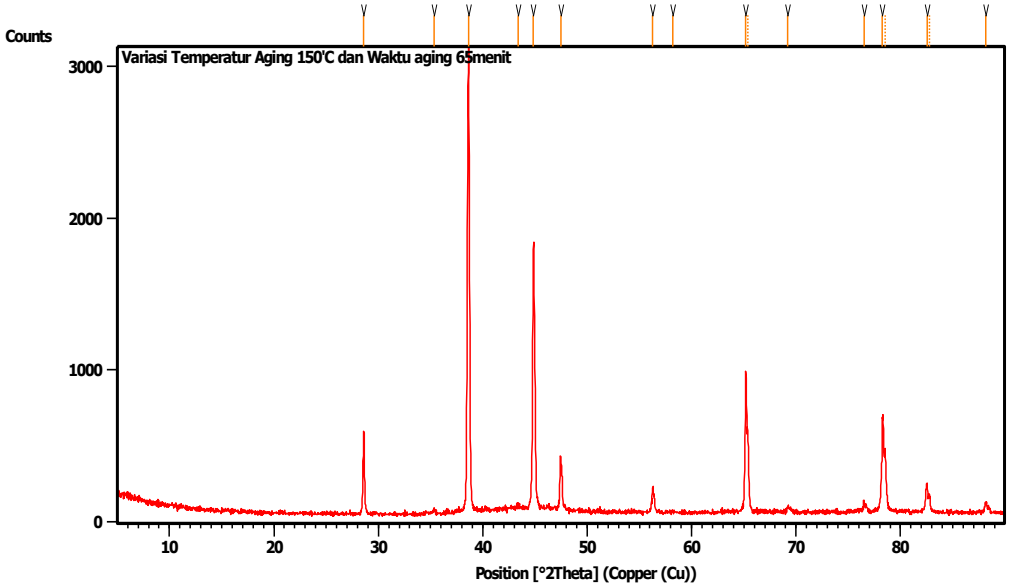
2θ = 38,4882 $\longrightarrow$ $\theta = \frac{38,4882}{2}$ = 19, 2441

Cos θ = 0,944122

Ditanya D = ?

$$D = \frac{0,9\,\lambda}{\text{B Cos }\theta} = \frac{0,9 \text{ x } 1.54060 \text{ Å}}{(0,003202 \text{ X } 0,944122)} = 458,6516\text{Å}$$

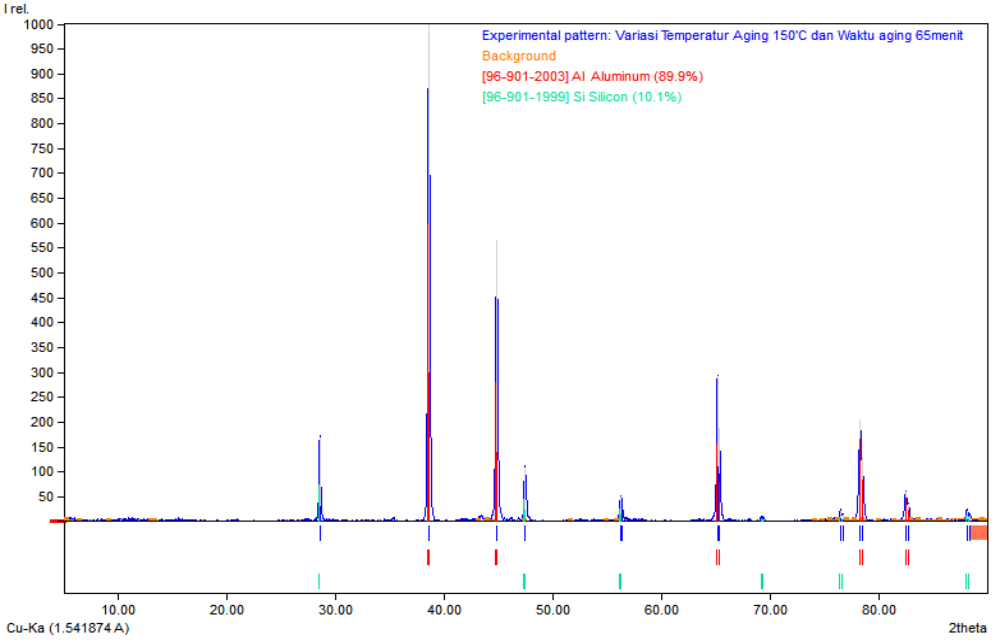
L.2.7. Hasil pengujian X-RD sample C3



Peak List:

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
28.6100	545.80	0.1338	3.12015	18.11
35.3715	25.14	0.2007	2.53768	0.83
38.6423	3013.14	0.2342	2.33008	100.00
43.3928	23.17	0.2676	2.08537	0.77
44.8601	1728.30	0.1506	2.02051	57.36
47.4561	353.35	0.0836	1.91587	11.73
56.2605	146.03	0.0836	1.63515	4.85
58.1736	7.92	0.8029	1.58585	0.26
65.1758	895.84	0.1224	1.43021	29.73
65.4039	483.80	0.1224	1.42931	16.06
69.2034	29.09	0.1632	1.35647	0.97
76.5023	64.27	0.1632	1.24420	2.13
78.2770	616.08	0.1632	1.22038	20.45
78.5316	382.93	0.1020	1.22008	12.71
82.5328	187.74	0.1836	1.16790	6.23
82.7859	107.05	0.1224	1.16786	3.55
88.1590	76.01	0.1632	1.10730	2.52

.



Gambar 4.7 hasil analisa search *MACTH!3* sample C3

6). Perhitungan Pada variasi temperatur 150°C dan waktu tahan 65 menit

Diketahui

(λ CuKα = 1.5406 Ǻ)

B (FHWM) $\longrightarrow$ $= \frac{0,1836}{180}$ X 3,14 =0.003202

2θ = 38,4882 $\longrightarrow$ $\theta = \frac{38,4882}{2}$ = 19, 2441

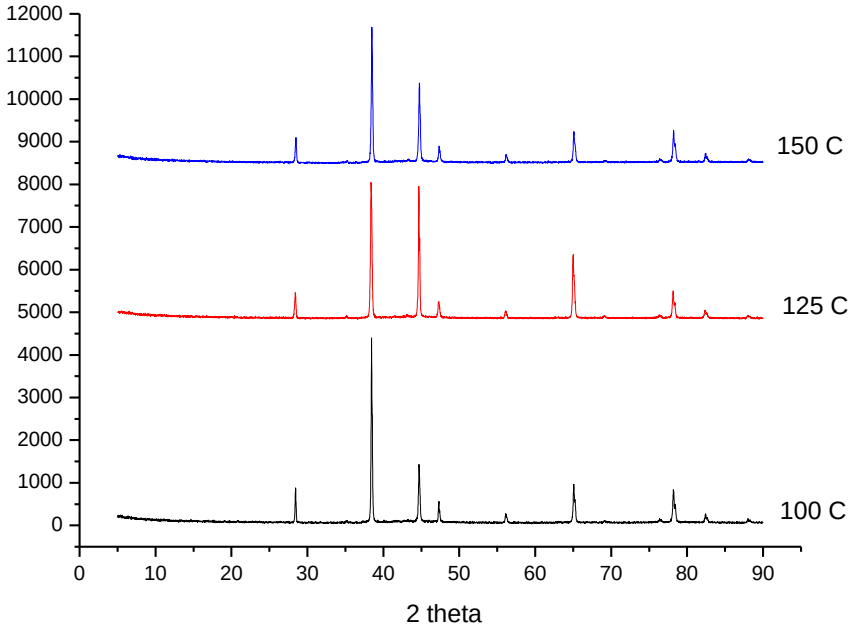
Cos θ = 0,944122

Ditanya D = ?

$$D = \frac{0,9\,\lambda}{\text{B Cos }\theta} = \frac{0,9 \text{ x } 1.54060 \text{ Å}}{(0,003202 \text{ X } 0,944122)} = 458,6516\text{Å}$$

L 2.5 Hasil Pola Perbandingan hasil X-RD spesimen A3, B3, C3

Hasil perbandingan variasi temperatur aging 100° 125 °C 150 °C masing masing pada waktu aging 65 menit dapat dilihat pada gambar 4.14(a)



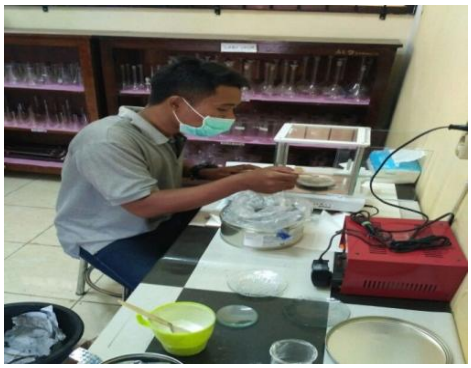
Gambar 4.14 (a) Hasil pola perbandingan X -RD dengan waktu aging 65 Menit dengan variasi Temperatur 100°C, 125°C, 150 °C

Berdasarkan hasil identifikasi fasa menggunakan *macth!3* diketahui bahwa Pola X-RD yang dihasilkan dari ketiga variasi temperatur tersebut menunjukan pola yang hampir sama, yang membedakan dari ketiga variasi tersebut pada tinggi puncak. pada temperatur aging 100°C intensitas tertinggi berada pada posisi 2theta yaitu 38, 4294 dengan intensitas sebesar 100% pada temperatur aging 125°C intensitas tertinggi berada pada posisi 2theta yaitu 38,4882 dengan intensitas 100%. Sedangkan pada temperatur aging 150°C intensitas tertinggi berada pada posisi 2theta yaitu 38, 6423 dengan intensitas sebesar 100%.

Lampiran 3

3.1 periapan bahan

(a) menjemur bahan abu dasar



(b) menimbang bahan electroles

(c) pengadukan bahan electroles

(d) menakar cairan HN03

3.2 Proses pengecoran

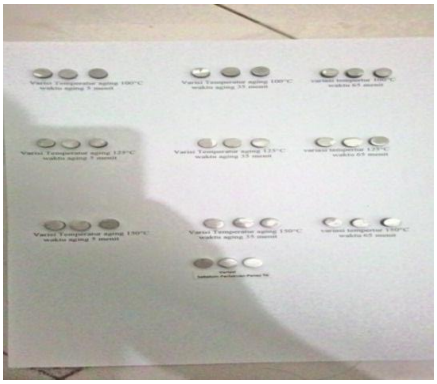
(a)Bahan piton bekas (b) mengukur temperatur

(c) memasaukan piston dalam tungku (d) hasil pengecoran

3.3 pembuatan spesimen

(a)Membubut spesimen uji

(b)memotong spesimen uj



(c) hasil spesimen uji

(d) Spesimen uji

3.4 perlakuan panas T6

(a) Sample dalam furnace (b) memasukan sample dalam furnace

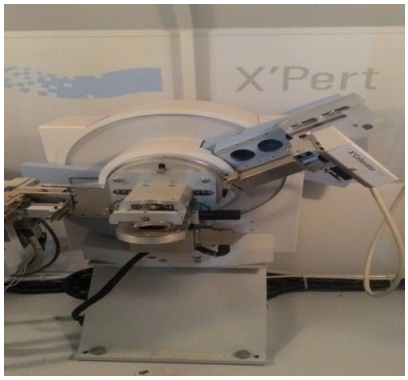
(b)Temperatur T6

3.5 proses aging

(a)masukan sample dalam oven (b) temperatur aging

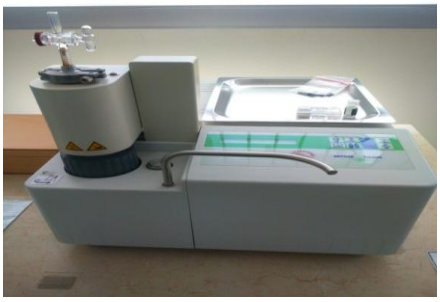
(c)temperatur aging (d) temperatur aging

3.6 uji X-RD



(a)proses uji X-RD (b) alat uji X-RD

3.7 uji TMA



(a) Alat uji (b)alat uji TMA

(c) poto depan lab. (d) poto dalam ruangan lab. instrumen

~Halaman ini sengaja dikosongkan~