LAMPIRAN I

1.1 Perhitungan Panjang gelombang

1.1.1 Panjang gelombang hasil Penelitian dengan memakaiperalatan dari laboratorium

A. Ralat cacah cincin

no	Δm	$\Delta m-\bar{\Delta m}$	$(\Delta m-\bar{\Delta m})^2$
1.	32	-1	1
2.	35	2	4
3.	30	-3	9
4.	34	1	1
			15

$\bar{\Delta m} = 33$

no	Δm	$\Delta m-\bar{\Delta m}$	$(\Delta m-\bar{\Delta m})^2$
1.	64	2	4
2.	65	3	9
3.	62	0	0
4.	58	-4	16
			29

$\bar{\Delta m} = 62$

$$\text{Deviasinya} = \left[\frac{\Sigma(\Delta m-\bar{\Delta m})^2}{n(n-1)}\right]^{1/2}$$

$$= (33/12)^{1/2}$$

$$= \pm 1,2$$

$$\text{Deviasinya} = \left[\frac{29}{12}\right]^{1/2}$$

$$= \pm 2,4$$

no	Δm	$\Delta m-\bar{\Delta m}$	$(\Delta m-\bar{\Delta m})^2$
1.	99	2	4
2.	100	3	9
3.	95	-2	4
4.	96	-1	1
			18

$\bar{\Delta m} = 97$

Deviasi $= (18/12)^{1/2} = \pm 1,2$

no	Δm	$\Delta m-\bar{\Delta m}$	$(\Delta m-\bar{\Delta m})^2$
1.	128	4	16
2.	121	-3	9
3.	119	-5	25
4.	127	3	9
			59

$\bar{\Delta m} = 124$

Deviasi $= (59/12)^{1/2} = \pm 2,2$

no	Δm	$\Delta m - \bar{\Delta m}$	$(\Delta m - \bar{\Delta m})^2$
1.	160	-3	9
2.	158	5	25
3.	164	1	1
4.	169	6	36
			71

$$\text{Deviasinya} = \left[\frac{\Sigma(\Delta m - \bar{\Delta m})^2}{n(n-1)}\right]^{1/2}$$

$$= (71/12)^{1/2}$$

$$= \pm 2{,}5$$

B. Ralat Panjang Gelombang

$$\lambda u = \frac{2.\Delta d}{\Delta m}$$

$$\frac{\partial \lambda u}{\partial \Delta d} = \frac{2}{\Delta m} \qquad \frac{\partial \lambda u}{\partial \Delta m} = -\frac{2.(\Delta d)}{\Delta m^2}$$

$$\text{Deviasinya} = \left[\left[\frac{\partial \lambda u.\, S\Delta d}{\partial \Delta d}\right]^2 + \left[\frac{\partial \lambda u.\, S\Delta m}{\partial \Delta m^2}\right]^2\right]^{1/2}$$

$S\Delta d$ = 1/2(sekala alat ukur terkecil).

= 1/2(0,01 mm)

= 5.10^{-6} meter.

Ralat pada :

1. Cacah cincin 33

$$S\lambda u = ((4.10^{-2}.\ 5.10^{-6})^2 + (1{,}84.10^{-8}.1{,}2)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 2127 \text{ A}$$

2. Cacah cincin 62

$$S\lambda u = ((3.10^{-2}\ .\ 5.10^{-6})^2 + (10^{-8}.\ 2{,}4)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 1519 \text{ A}$$

3.Cacah cincin 97

$$S\lambda u = ((2.10^{-2} \cdot 5.10^{-6})^2 + (6,38.10^{-9} + 1,2)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 1028 \text{ Å}$$

4.Cacah cincin 124

$$S\lambda u = ((1,6.10^{-2}.5.10^{-6})^2 + (5,2.10^{-9} + 2,2)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 914 \text{ Å}$$

5.Cacah cincin 163

$$S\lambda u = ((1,2.10^{-2} .5.10^{-5})^2 + (3,76.10^{-9}.2,5)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 607 \text{ A}$$

no	Δd (mm)	Δm	λu Å	$(\lambda u - \bar{\lambda u})$Å	$(\lambda u - \bar{\lambda u})^2$ Å²
1.	0,01	33	6060	−197	38809
2.	0,02	62	6452	195	38025
3.	0,03	97	6186	− 71	5041
4.	0,04	124	6452	195	38025
5	0,05	163	6135	−122	14884
		$\bar{\lambda u}$ = 6257 Å			134784

ralat panjang gelombangnya:

$$S\lambda u = \left[\frac{\Sigma(\lambda u - \bar{\lambda u})^2}{n(n-1)} \right]^{1/2}$$

$$= (134784/20)^{1/2}$$

$$= \pm 82 \text{ Å}$$

Jadi panjang gelombang yang sesungguhnya adalah:

$$\lambda u = (6257 \pm 82) \text{ Å}$$

1.1.2. Panjang Gelombang dari Penelitian dengan memakai peralatan hasil perancangan.

A. Ralat Cacah cincin

no	Δm	$\Delta m - \bar{\Delta m}$	$(\Delta m - \bar{\Delta m})^2$
1.	30	-4	16
2.	36	2	4
3.	35	1	1
4.	35	1	1
			22

$\bar{\Delta m} = 34$

no	Δm	$\Delta m - \bar{\Delta m}$	$(\Delta m - \bar{\Delta m})^2$
1.	68	3	9
2.	65	0	0
3.	61	-4	16
4.	64	-1	1
			26

$\bar{\Delta m} = 65$

$$\text{Deviasi} = \left[\frac{\Sigma(\lambda u - \bar{\lambda u})^2}{n(n-1)}\right]^{1/2}$$

$= (22/12)^{1/2}$

$= \pm 1,4$

$\text{Deviasi} = (26/12)^{1/2}$

$= \pm 1,1$

no	Δm	$\Delta m - \bar{\Delta m}$	$(\Delta m - \bar{\Delta m})^2$
1.	103	-6	36
2.	99	2	4
3.	95	-2	4
4.	96	3	9
			53

$\bar{\Delta m} = 97$

$\text{Deviasi} = (53/12)^{1/2}$

$= \pm 2,15$

no	Δm	$\Delta m - \bar{\Delta m}$	$(\Delta m - \bar{\Delta m})^2$
1.	121	5	25
2.	127	1	1
3.	125	-1	1
4.	122	-4	16
			49

$\bar{\Delta m} = 126$

$\text{Deviasi} = (49/12)^{1/2}$

$= \pm 1,9$

no	Δm	$\Delta m - \bar{\Delta m}$	$(\Delta m - \bar{\Delta m})^2$
1.	163	1	1
2.	158	-4	16
3.	167	3	9
4.	167	3	9
			35

$\bar{\Delta m} = 64$

Deviasinya $= (35/12)^{1/2}$

$= \pm 1,7$

B. Ralat Panjang Gelombang

$$\lambda u = \frac{2.\Delta d}{\Delta m}$$

$$\frac{\partial \lambda u}{\partial \Delta d} = \frac{2}{\Delta m} \qquad \frac{\partial \lambda u}{\partial \Delta m} = -\frac{2.\Delta d}{\Delta m^2}$$

$$\text{Deviasinya} = \left[\left[\frac{\partial \lambda . S\Delta d}{\partial \Delta d} \right]^2 + \left[\frac{\partial \lambda u . S\Delta m}{\partial \Delta m} \right]^2 \right]^{1/2}$$

Ralat pada:

1. Cacah cincin 34

$$S\lambda u = \pm ((4,4.10^{-2}.\ 5.10^{-6})^2 + (2,2.10^{-2}.\ 1,4)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 2735\ \text{Å}$$

2. Cacah cincin 65

$$S\lambda u = \pm ((3.10^{-2}.\ 5.10^{-6})^2 + (6,38.10^{-9}.1,1)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 1505\ \text{A}$$

3. Cacah cincin 97

$$S\lambda u = \pm ((2.10^{-2}.5.10^{-6})^2 + (6,38.10^{-9}.2,1)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 1010\ \text{A}$$

4. Cacah cincin 126

$$S\lambda u = \pm ((1{,}58.10^{-2} \cdot 5.10^{-6})^2 + (5.10^{-9} \cdot 1{,}9)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 796 \text{ A}$$

5. Cacah cincin 164

$$S\lambda u = \pm ((1{,}22.10^{-2} \cdot 5.10^{-6})^2 + (3{,}72.10^{-9} \cdot 1{,}7)^2)^{1/2}$$

$$= \pm 642 \text{ A}$$

no	Δd (mm)	Δm	λu (A)	$(\lambda u - \bar{\lambda u})$ A	$(\lambda u - \bar{\lambda u})^2$ A^2
1.	0,01	34	5882	-251	63501
2.	0,02	65	6154	21	441
3.	0,03	97	6185	52	2704
4.	0,04	126	6349	216	46656
5.	0,05	164	6097	-36	1296
					114598

Panjang gelombangnya $\bar{\lambda u} = 6133$ A

deviasi panjang gelombang $S\lambda u = \left[\frac{114598}{20}\right]^{1/2}$

$= \pm 75$

Jadi panjang gelombang sesungguhnya hasil penelitian dengan menggunakan peralatan hasil perancangan adalah:

$\lambda u = (6133 \pm 75)$ A

1.2. Perhitungan indeks bias udara

1.2.1. Indeks bias udara bebas

Dalam buku literatur (Fisika Universitas Jilid 3, Optik dan Atom) disebutkan bahwa indeks bias udara pada keadaan standart untuk cahaya unggu dengan panjang gelombang 4360 A adalah : 1,0002957, sedangkan untuk cahaya merah dengan panjang panjang gelombang 6560 A indeks biasnya adalah : 1,0002914.

Oleh karena hubungan antara indeks bias dan panjang gelombang adalah linier, maka untuk mencari indeks bias dengan panjang gelombang λu = 6257 A dan panjang gelombang λu = 6133 A, diperoleh dengan memperbandingkan indeks bias udara bebas standartnya, yaitu:

Panjang gelombang (λu)A	indeks bias bebas (nu)
4360	1,0002957
6257	nu
6560	1,0002914

data di atas diperbandingkan:

$$\frac{6257 - 4360}{6560 - 6257} = \frac{nu - 1,0002957}{1,0002914 - nu}$$

$$nu = 1,0002920$$

Sedangkan untuk panjang gelombang 6133 A :

Panjang gelombang λu (A)	Indeks bias udara bebas (nu)
4360	1,0002957
6133	nu
6560	1,0002914

Data tersebut diperbandingkan:

$$\frac{6133 - 4360}{6560 - 6133} = \frac{nu - 1,0002957}{1,0002914 - nu}$$

$$nu = 1,0002922$$

1.2.2. Indeks bias udara pada perubahan tekanan (ΔP)

A. Ralat cacah cincin

no	Δm	Δm−$\bar{\Delta m}$	(Δm−$\bar{\Delta m}$)^2
1	45	-1	1
2.	47	1	1
3.	44	-2	4
			6

$\bar{\Delta m}$ = 46

Deviasi = $(6/6)^{1/2}$

= ± 1

no	Δm	Δm−$\bar{\Delta m}$	(Δm−$\bar{\Delta m}$)^2
1.	96	2	4
2.	90	-4	16
3.	97	3	9
			29

$\bar{\Delta m}$ = 94

Deviasi = $(29/6)^{1/2}$

= ± 2,2

no	Δm	Δm−$\bar{\Delta m}$	(Δm−$\bar{\Delta m}$)^2
1.	134	-5	25
2.	140	1	1
3.	142	3	9
			35

$\bar{\Delta m}$ = 139

Deviasi = ± 2,4

no	Δm	Δm−$\bar{\Delta m}$	(Δm−$\bar{\Delta m}$)^2
1.	193	2	4
2.	195	4	16
3.	186	5	25
			45

$\bar{\Delta m}$ = 195

Deviasi = ± 2,7

no	Δm	$\Delta m-\bar{\Delta m}$	$(\Delta m-\bar{\Delta m})^2$
1.	230	7	49
2.	221	-2	4
3.	219	-4	16
			69

$\bar{\Delta m} = 223$

Deviasi $= (69/6)^{1/2}$

$= \pm 3,4$

no	Δm	$\Delta m-\bar{\Delta m}$	$(\Delta m-\bar{\Delta m})^2$
1.	260	-5	25
2.	266	1	1
3.	270	5	25
			51

$\bar{\Delta m} = 265$

Deviasi $= (51/6)^{1/2}$

$= \pm 2,9$

no	Δm	$\Delta m-\bar{\Delta m}$	$(\Delta m-\bar{\Delta m})^2$
1.	312	-4	16
2.	321	5	25
3.	317	1	1
			42

$\bar{\Delta m} = 316$

Deviasi $= (42/6)^{1/2}$

$= \pm 2.6$

no	Δm	$\Delta m-\bar{\Delta m}$	$(\Delta m-\bar{\Delta m})^2$
1.	375	1	1
2.	378	4	16
3.	371	-3	9
			26

$\bar{\Delta m} = 374$

Deviasi $= (26/6)^{1/2}$

$= \pm 2,1$

B. Indeks bias udara terhadap perubahan tekanan (ΔP)

B.1 Panjang gelombang $\lambda u = 6257$ A dan $nu = 1,0002920$

$tg\alpha = 92$

$$np^2 - nu.np - \frac{nu.\lambda u.\Delta P.tg\ \alpha}{2t} = 0$$

Persamaan diatas diselesaikan dengan rumus abc, maka diperoleh indeks bias udara :

$$np = \frac{nu}{2} + \frac{(nu^2 + 2.\Delta P.nu.\lambda u.tg\alpha/\ell)^{1/2}}{2}$$

dimana nu = indeks bias udara bebas

$$tg\alpha = \frac{\Delta mp}{\Delta P} \quad \text{(grafik 4.3)}$$

ℓ = Panjang tabung (20 cm)

ΔP = Perubahan tekanan

Apabila data dimasukkan dalam persamaan diatas diperoleh :

$$np = 0{,}500146 + \frac{(1{,}0005841 + 5{,}76.10^{-4}.\Delta P)^{1/2}}{2}$$

B.2 Ralat indeks bias

$$np = \frac{nu}{2} + \frac{(nu^2 + 2.\Delta P.tg\alpha.nu.\lambda u/\ell)^{1/2}}{2}$$

$$\frac{\partial np}{\partial \Delta P} = \frac{1}{4}\left[nu^2 + \frac{2.\Delta P.tg\alpha.\lambda u.nu}{\ell}\right]^{-1/2} . \frac{2.tg\alpha.\lambda u.nu}{\ell}$$

$$= \frac{nu.\lambda u.tg\alpha}{2\ell\,(nu^2 + (2.\Delta P.\lambda u.tg\alpha/\ell))^{1/2}}$$

$$= \frac{5{,}758.10^{-5}}{0{,}4\,(1{,}000584 + 5{,}76.10^{-4}\Delta P)^{1/2}}$$

$S\Delta p$ = 1/2 (sekala alat ukur terkecil)

= 1/2 (0,5 Atm)

= 0,25 Atm.

ralat indeks bias :

$$Snp = \left[\left[\frac{\partial\ np.S\Delta p}{\partial\ \Delta P} \right]^2 \right]^{1/2}$$

Dengan demikian harga indeks bias sesungguhnya pada panjang gelombang λu = 6257 A , nu = 1,0002920 adalah:

no	ΔP	np	Snp
1.	0,5	1,000364	$\pm$ 3,5975.10^{-5}
2.	1,0	1,000436	$\pm$ 3,5966.10^{-5}
3.	1,5	1,000508	$\pm$ 3,5960.10^{-5}
4.	2,0	1,000571	$\pm$ 3,5956.10^{-5}
5.	2,5	1,000652	$\pm$ 3,5951.10^{-5}
6.	3,0	1,000724	$\pm$ 3,5946.10^{-5}
7.	3,5	1,000796	$\pm$ 3,5940.10^{-5}
8.	4,0	1,000867	$\pm$ 3,5935.10^{-5}

Demikian untuk panjang gelombang λu = 6133 A dengan nu = 1,0002922 serta untuk panjang gelombang λu = 6328 A dengan nu = 1,00029185 diselesaikan dengan cara yang sama seperti cara di atas dan hasilnya dapat di lihat pada BAB IV, halaman 42-45)..

LAMPIRAN III

Foto Hasil Penelitian :