

**LAMPIRAN A**  
**DATA UJI HIDRODINAMIKA**

**A.1. Gas Holdup ( $\epsilon$ )**

**A.1.1.  $\epsilon$  di volume 18 L**

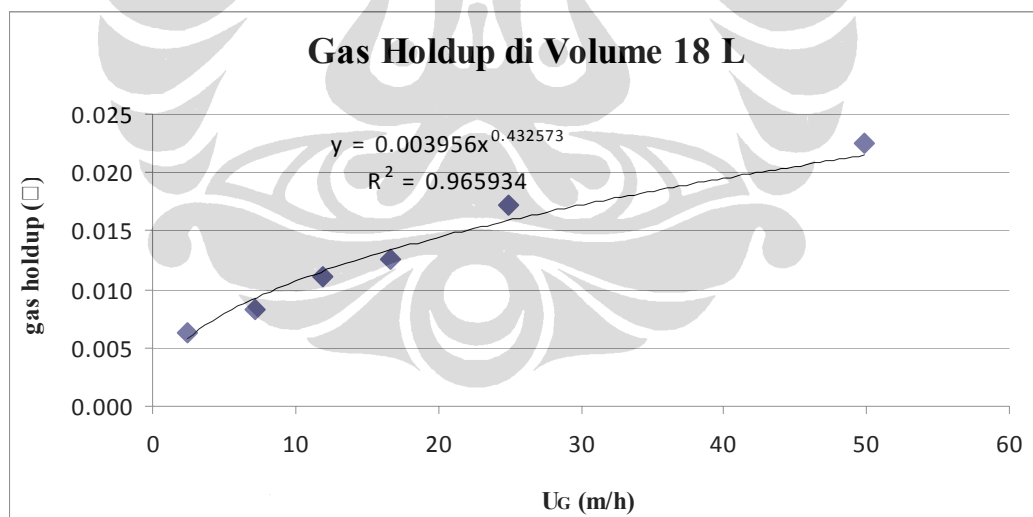
$H_0(\text{cm}) = 53\text{cm}$

Qf	$U_G(\text{m/h})$	eksp. ke	Waktu (min)	$H_t(\text{cm})$				$(\epsilon)$	rata-rata $\epsilon$	rata-rata $\epsilon$
				point 1	point 2	point 3	rata-rata			
1 l/min	2,376375	1	8	53,25	53,3	53,4	53,32	0,005939	0,00635	0,0064
			18	53,3	53,3	53,5	53,37	0,006871		
			28	53,3	53,3	53,5	53,37	0,006871		
			38	53,3	53,3	53,4	53,33	0,006250		
			48	53,25	53,3	53,4	53,32	0,005939		
			58	53,3	53,3	53,4	53,33	0,006250		
								rata-rata		
		2	8	53,3	53,3	53,3	53,30	0,005629	0,00635	
			18	53,4	53,3	53,3	53,33	0,006250		
			28	53,5	53,3	53,3	53,37	0,006871		
			38	53,5	53,3	53,3	53,37	0,006871		
			48	53,4	53,3	53,3	53,33	0,006250		
			58	53,5	53,2	53,3	53,33	0,006250		
								rata-rata		
3 l/min	7,129125	1	8	53,3	53,5	53,5	53,43	0,008110	0,00795	
			18	53,3	53,3	53,5	53,37	0,006871		
			28	53,5	53,5	53,5	53,50	0,009346		
			38	53,3	53,5	53,4	53,40	0,007491		
			48	53,5	53,4	53,4	53,43	0,008110		
			58	53,4	53,4	53,45	53,42	0,007800		
								rata-rata		
		2	8	53,3	53,5	53,3	53,37	0,006871	0,00682	
			18	53,3	53,5	53,3	53,37	0,006871		
			28	53,3	53,5	53,3	53,37	0,006871		
			38	53,3	53,5	53,25	53,35	0,006560		
			48	53,3	53,5	53,3	53,37	0,006871		
			58	53,3	53,5	53,3	53,37	0,006871		
							rata-rata			
		3	8	53,5	53,6	53,5	53,53	0,009963	0,00996	
			18	53,5	53,6	53,5	53,53	0,009963		
			28	53,5	53,6	53,5	53,53	0,009963		

			38	53,5	53,6	53,5	53,53	0,009963		
			48	53,5	53,6	53,5	53,53	0,009963		
			58	53,5	53,6	53,5	53,53	0,009963		
								rata-rata		
5 l/min	11,88187	1	8	53,45	53,5	53,5	53,48	0,009037	<b>0,00945</b>	<b>0,011</b>
			18	53,4	53,5	53,5	53,47	0,008728		
			28	53,5	53,5	53,5	53,50	0,009346		
			38	53,55	53,5	53,6	53,55	0,010271		
			48	53,5	53,5	53,6	53,53	0,009963		
			58	53,5	53,5	53,5	53,50	0,009346		
								rata-rata		
		2	8	53,6	53,7	53,6	53,63	0,011809	<b>0,0116</b>	
			18	53,6	53,7	53,6	53,63	0,011809		
			28	53,6	53,7	53,6	53,63	0,011809		
			38	53,6	53,7	53,6	53,63	0,011809		
			48	53,6	53,6	53,6	53,60	0,011194		
			58	53,6	53,6	53,6	53,60	0,011194		
								rata-rata		
		3	8	53,6	53,7	53,6	53,63	0,011809	<b>0,01201</b>	
			18	53,65	53,7	53,7	53,68	0,012729		
			28	53,5	53,7	53,6	53,60	0,011194		
			38	53,6	53,7	53,65	53,65	0,012116		
			48	53,6	53,7	53,65	53,65	0,012116		
			58	53,6	53,7	53,65	53,65	0,012116		
								rata-rata		
7 l/min	16,63462	1	8	53,7	53,7	53,7	53,70	0,013035	<b>0,01191</b>	
			18	53,6	53,6	53,6	53,60	0,011194		
			28	53,7	53,7	53,6	53,67	0,012422		
			38	53,55	53,6	53,55	53,57	0,010579		
			48	53,7	53,7	53,6	53,67	0,012422		
			58	53,6	53,7	53,6	53,63	0,011809		
								rata-rata		
		2	8	53,8	53,7	53,6	53,70	0,013035	<b>0,01324</b>	
			18	53,8	53,7	53,7	53,73	0,013648		
			28	53,8	53,7	53,6	53,70	0,013035		
			38	53,8	53,7	53,6	53,70	0,013035		
			48	53,8	53,7	53,7	53,73	0,013648		
			58	53,8	53,7	53,6	53,70	0,013035		
								rata-rata		
0,3 scfm	24,9336	1	8	53,9	53,9	53,8	53,87	0,016089	<b>0,01594</b>	
			18	53,8	53,8	53,8	53,80	0,014870		
			28	53,85	53,8	53,8	53,82	0,015175		
			38	53,9	53,9	53,9	53,90	0,016698		

			48	53,9	53,8	53,9	53,87	0,016089		
			58	53,9	53,9	53,9	53,90	0,016698		
								rata-rata		
		2	8	54	54,1	54	54,03	0,019124		
			18	53,9	54	54	53,97	0,017912		
			28	53,9	54	53,9	53,93	0,017305		
			38	54	54	54	54,00	0,018519		
			48	54	54	54	54,00	0,018519		
			58	54	54,1	53,9	54,00	0,018519		
								rata-rata	<b>0,01832</b>	
		3	8	54	54,2	53,8	54,00	0,018519		
			18	53,8	54	53,9	53,90	0,016698		
			28	53,9	54	54	53,97	0,017912		
			38	53,9	54	53,8	53,90	0,016698		
			48	53,9	54	53,8	53,90	0,016698		
			58	53,9	54	53,8	53,90	0,016698		
								rata-rata	<b>0,0172</b>	
0,6 scfm	49,86721	1	8	54,1	54,2	54	54,10	0,020333		
			18	54,2	54,3	54	54,17	0,021538		
			28	54,2	54,3	54,1	54,20	0,022140		
			38	54,2	54,3	54,3	54,27	0,023342		
			48	54,1	54,3	54,2	54,20	0,022140		
			58	54,8	54,9	54,6	54,77	0,032258		
								rata-rata	<b>0,02363</b>	
		2	8	54	54	54	54,00	0,018519		
			18	53,8	54	54	53,93	0,017305		
			28	54	54	54	54,00	0,018519		
			38	54	54	53,9	53,97	0,017912		
			48	53,9	54,1	53,9	53,97	0,017912		
			58	53,9	54	53,9	53,93	0,017305		
								rata-rata	<b>0,01791</b>	
		3	8	54,35	54,4	54,35	54,37	0,025138		
			18	54,4	54,5	54,4	54,43	0,026332		
			28	54,5	54,5	54,2	54,40	0,025735		
			38	54,4	54,5	54,3	54,40	0,025735		
			48	54,4	54,5	54,3	54,40	0,025735		
			58	54,5	54,5	54,3	54,43	0,026332		
								rata-rata	<b>0,02583</b>	
0,9 scfm	74,80081	1	8	55,8	55,9	55,8	55,83	0,050746		
			18	56	56	55,7	55,90	0,051878		
			28	55,8	55,8	55,7	55,77	0,049611	<b>0,04923</b>	<b>0,0469</b>

			38	55,6	55,6	55,6	55,60	0,046763		
			48	55,8	55,8	55,7	55,77	0,049611		
			58	55,6	55,6	55,6	55,60	0,046763		
								rata-rata		
		2	8	55,1	55,1	55,1	55,10	0,038113		
			18	55	55,15	55,3	55,15	0,038985		
			28	55,1	55,3	55,3	55,23	0,040435		
			38	55,2	55,3	55,3	55,27	0,041013		
			48	55,2	55,3	55,2	55,23	0,040435		
	58		55,2	55,3	55,25	55,25	0,040724			
								rata-rata	<b>0,03995</b>	
	3	8	55,8	55,9	55,8	55,83	0,050746			
		18	55,9	56,1	56,1	56,03	0,054134			
		28	55,8	55,9	55,9	55,87	0,051313			
		38	55,7	56	55,7	55,80	0,050179			
		48	55,7	56	55,8	55,83	0,050746			
		58	55,7	56,2	55,8	55,90	0,051878			
									rata-rata	<b>0,0515</b>



A.1.2.  $\epsilon$  di volume 40 L

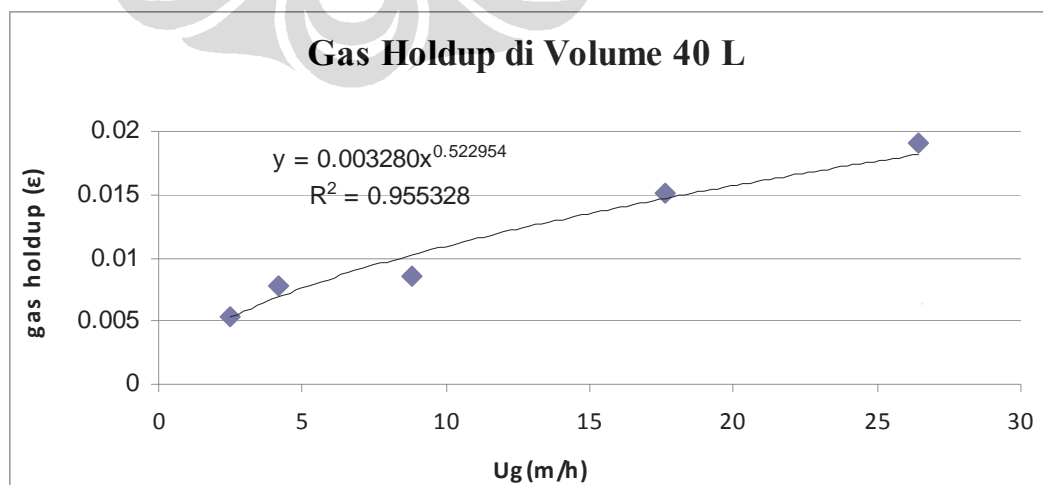
$$H_0(\text{cm}) = 41,7 \text{ cm}$$

$$A = 960 \text{ cm}^2$$

Qf	U <sub>G</sub> (m/h)	eksp. ke	Waktu (min)	H <sub>t</sub> (cm)				gas holdup ( $\epsilon$ )	rata-rata $\epsilon$	rata-rata $\epsilon$
				point 1	point 2	point 3	rata- rata			
3 l/min	2,5197	1	8	42	42,05	41,9	41,98	0,0067487	0,006749	0,005299
			18	42	42,05	41,9	41,98	0,0067487		
			28	42	42,05	41,9	41,98	0,0067487		
			38	42	42,05	41,9	41,98	0,0067487		
			48	42	42,05	41,9	41,98	0,0067487		
			58	42	42,05	41,9	41,98	0,0067487		
								rata-rata		
		2	8	41,9	42	41,8	41,90	0,0047733	0,005300	
			18	41,85	42	41,9	41,92	0,005169		
			28	41,9	41,95	41,8	41,88	0,0043772		
			38	41,9	42	41,9	41,93	0,0055644		
			48	41,85	42	42	41,95	0,0059595		
			58	41,95	42	41,9	41,95	0,0059595		
								rata-rata		
		3	8	41,8	42	41,8	41,87	0,0039809	0,003849	
			18	41,8	41,9	41,8	41,83	0,0031873		
			28	41,8	42	41,8	41,87	0,0039809		
			38	41,8	42	41,8	41,87	0,0039809		
48	41,8		42	41,8	41,87	0,0039809				
58	41,8		42	41,8	41,87	0,0039809				
						rata-rata				
5 l/min	4,1995	1	8	42	42,2	42	42,07	0,0087163	0,008258	0,007732
			18	42	42,1	41,95	42,02	0,0075367		
			28	41,95	42,15	41,95	42,02	0,0075367		
			38	42	42,15	42	42,05	0,0083234		
			48	42	42,15	42	42,05	0,0083234		
			58	42	42,2	42,05	42,08	0,0091089		
								rata-rata		
		2	8	42	42,15	41,95	42,03	0,0079302	0,008585	
			18	42	42,1	42	42,03	0,0079302		
			28	42	42,1	42	42,03	0,0079302		
			38	42,05	42,1	42,1	42,08	0,0091089		
			48	42,05	42,15	42,1	42,10	0,0095012		
58	42,05		42,15	42,05	42,08	0,0091089				
						rata-rata				

			8	41,9	42,1	41,9	41,97	0,0063542			
			18	41,9	42,1	41,9	41,97	0,0063542			
			28	41,9	42,1	41,9	41,97	0,0063542			
			38	41,9	42,1	41,9	41,97	0,0063542			
			48	41,9	42,1	41,9	41,97	0,0063542			
			58	41,9	42,1	41,9	41,97	0,0063542			
								rata-rata	<b>0,006354</b>		
0,3 scfm	8,8125	1	8	42,1	42,1	42	42,07	0,0087163	<b>0,008192</b>	<b>0,008518</b>	
			18	42,1	42,1	42	42,07	0,0087163			
			28	42	42,1	42	42,03	0,0079302			
			38	42	42,1	42	42,03	0,0079302			
			48	42	42,1	42	42,03	0,0079302			
			58	42	42,1	42	42,03	0,0079302			
								rata-rata			
		2	8	41,9	42,1	42	42,00	0,0071429			<b>0,007340</b>
			18	41,9	42,2	42	42,03	0,0079302			
			28	41,9	42,2	41,95	42,02	0,0075367			
			38	41,9	42,2	41,9	42,00	0,0071429			
			48	41,9	42,1	41,9	41,97	0,0063542			
	58		41,9	42,2	42	42,03	0,0079302				
							rata-rata				
	3	8	42	42,3	42,1	42,13	0,0102848	<b>0,010024</b>			
		18	42	42,3	42	42,10	0,0095012				
		28	42	42,3	42,1	42,13	0,0102848				
		38	42	42,3	42,1	42,13	0,0102848				
		48	42	42,3	42,1	42,13	0,0102848				
		58	42	42,3	42	42,10	0,0095012				
							rata-rata				
	0,6 scfm	17,625	1	8	42,1	42,4	42	42,17	0,0110672		<b>0,011588</b>
				18	42,1	42,3	42,05	42,15	0,0106762		
				28	42,1	42,4	42	42,17	0,0110672		
38				42,15	42,4	42,1	42,22	0,0122385			
48				42,1	42,5	42,05	42,22	0,0122385			
58				42,15	42,4	42,1	42,22	0,0122385			
								rata-rata			
2			8	42,3	42,5	42,4	42,40	0,0165094	<b>0,017539</b>		
			18	42,4	42,5	42,5	42,47	0,0180534			
			28	42,4	42,5	42,5	42,47	0,0180534			
			38	42,4	42,5	42,5	42,47	0,0180534			
			48	42,4	42,5	42,5	42,47	0,0180534			
		58	42,3	42,5	42,4	42,40	0,0165094				
							rata-rata				
			3	8	42,3	42,4	42,4	42,37	0,0157356	<b>0,016380</b>	

			18	42,4	42,5	42,4	42,43	0,017282		
			28	42,3	42,5	42,4	42,40	0,0165094		
			38	42,35	42,5	42,4	42,42	0,0168959		
			48	42,35	42,5	42,3	42,38	0,0161227		
			58	42,3	42,5	42,3	42,37	0,0157356		
								rata-rata		
0,9 scfm	26,437	1	8	42,7	42,9	42,6	42,73	0,024181	<b>0,023418</b>	<b>0,01909</b>
			18	42,6	42,7	42,6	42,63	0,0218921		
			28	42,6	42,7	42,7	42,67	0,0226562		
			38	42,7	42,8	42,8	42,77	0,0249415		
			48	42,7	42,7	42,7	42,70	0,0234192		
			58	42,7	42,7	42,7	42,70	0,0234192		
								rata-rata		
		2	8	42,5	42,6	42,5	42,53	0,0195925	<b>0,016442</b>	
			18	42,3	42,4	42,4	42,37	0,0157356		
			28	42,3	42,55	42,4	42,42	0,0168959		
			38	42,3	42,5	42,4	42,40	0,0165094		
			48	42,2	42,5	42,3	42,33	0,0149606		
			58	42,2	42,5	42,3	42,33	0,0149606		
								rata-rata		
		3	8	42,4	42,6	42,5	42,50	0,0188235	<b>0,017409</b>	
			18	42,3	42,6	42,5	42,47	0,0180534		
			28	42,4	42,6	42,4	42,47	0,0180534		
			38	42,3	42,5	42,5	42,43	0,017282		
			48	42,2	42,6	42,5	42,43	0,017282		
			58	42,2	42,5	42,3	42,33	0,0149606		
								rata-rata		

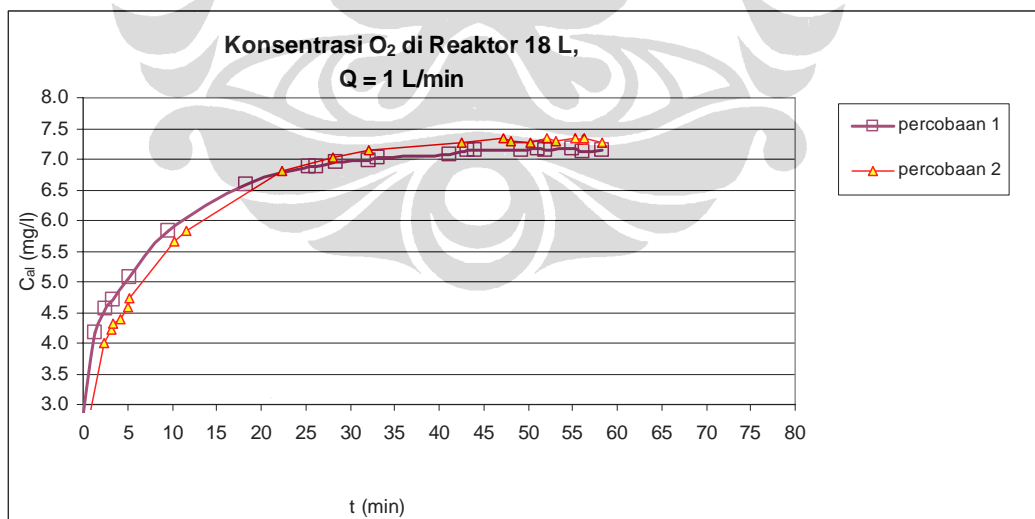


## A.2. Koefisien Perpindahan Massa ( $k_L a$ )

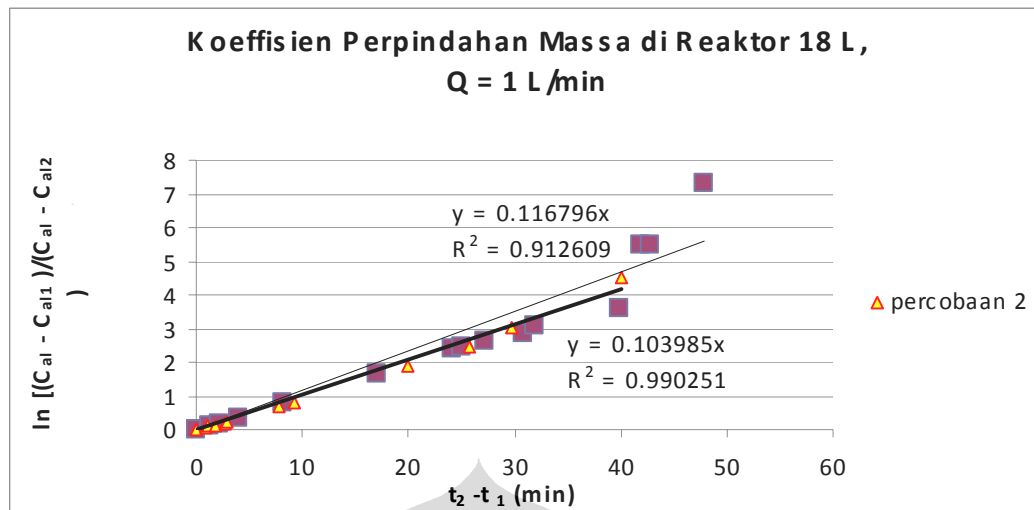
### A.2.1. Pengukuran Kandungan Oksigen dan Penentuan $k_L a$ di volume 18 L

#### 1. Laju alir udara skala 1 l/min

1 l/min ( $V_R = 18 \text{ L}$ )							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{a1} - C_{a12}) / (C_{a1} - C_{a12})]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{a1} - C_{a11}) / (C_{a1} - C_{a12})]$
0	2.82	0	0	0	2.29	0	0
1.29	4.18	0.00	0	2.36	4.01	0.00	0.000000
2.56	4.57	1.27	0.140670834	3.18	4.23	0.82	0.069065
3.39	4.71	2.10	0.196417751	3.43	4.31	1.07	0.095411
5.27	5.08	3.98	0.360720802	4.17	4.4	1.81	0.125905
9.51	5.82	8.22	0.802553555	5.05	4.59	2.69	0.193506
18.40	6.58	17.11	1.647851414	5.21	4.72	2.85	0.242542
25.41	6.88	24.12	2.39118834	10.24	5.65	7.88	0.688104
26.29	6.89	25.00	2.428645902	11.53	5.82	9.17	0.796375
28.45	6.94	27.16	2.640404131	22.34	6.8	19.98	1.872814
32.04	6.98	30.75	2.849495929	28.04	7.03	25.68	2.477854
33.17	7.02	31.88	3.114188483	32.02	7.15	29.66	3.046547
41.20	7.07	39.91	3.590271159	42.47	7.27	40.11	4.498799
43.19	7.14	41.90	5.512083756	47.30	7.33		
44.06	7.14	42.77	5.512083756	48.03	7.29		
49.21	7.15	47.92	7.303843225	50.26	7.27		
51.08	7.18			52.04	7.33		
52	7.15			53.03	7.3		
55.04	7.17			55.31	7.33		
56.21	7.12			56.21	7.31		
58.26	7.14			56.34	7.33		
avg	7.15			58.24	7.27		
				avg	7.3067		







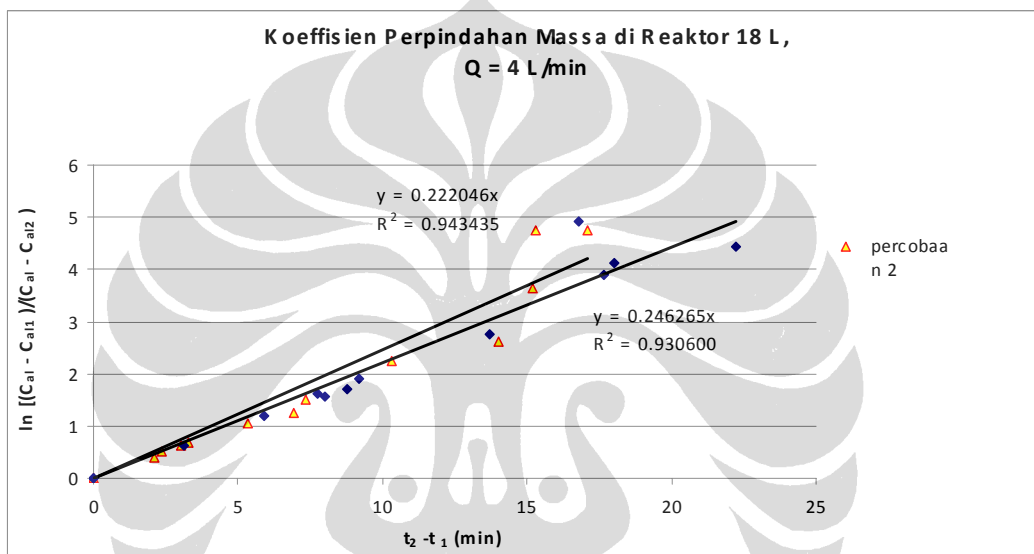
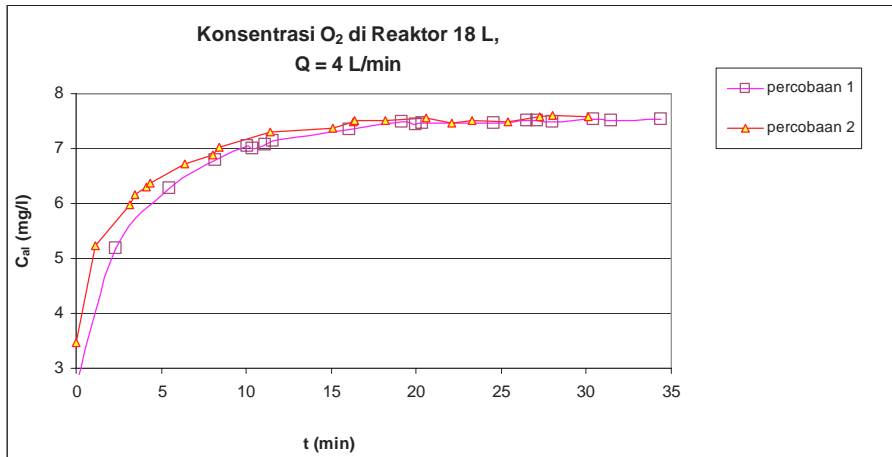
Kesimpulan :

Untuk Vol = 18 L pada Q = 1 l/min atau  $U_G = 2,376374$  m/h

Kla = average percobaan 1 + percobaan 2 = **0.1103905**  $\text{min}^{-1}$

## 2. Laju alir udara skala 4 l/min

4 l/min ( $V_R = 18L$ )							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{al1}) / (C_{al} - C_{al2})]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{al1}) / (C_{al} - C_{al2})]$
0	2.71	0	0	0	3.476	0	0
2.34	5.19	0.00	0.000000	1.1	5.24	0	0
5.49	6.28	3.15	0.639559	3.18	5.98	2.08	0.388223302
8.22	6.79	5.88	1.182673	3.45	6.16	2.35	0.510825624
10.10	7.04	7.76	1.619020	4.14	6.3	3.04	0.617797743
10.36	7.01	8.02	1.555439	4.37	6.37	3.27	0.675905374
11.12	7.08	8.78	1.710617	6.42	6.73	5.32	1.043630154
11.53	7.15	9.19	1.894378	8.02	6.88	6.92	1.248424567
16.07	7.35	13.73	2.753271	8.44	7.03	7.34	1.506253676
19.13	7.48	16.79	4.910490	11.41	7.3	10.31	2.260025479
20.01	7.45	17.67	3.893556	15.09	7.37	13.99	2.604865965
20.34	7.46	18.00	4.132785	16.27	7.48	15.17	3.64631984
24.55	7.47	22.21	4.447866	16.41	7.52	15.31	4.744932128
26.54	7.52			18.21	7.52	17.11	4.744932128
27.14	7.52			20.55	7.56		
28.02	7.49			22.09	7.47		
30.39	7.54			23.31	7.52		
31.45	7.51			25.39	7.49		
34.37	7.53			27.27	7.59		
avg $C_{AL}$	7.50			28.03	7.61		
				30.09	7.58		
				avg $C_{AL}$	7.54		



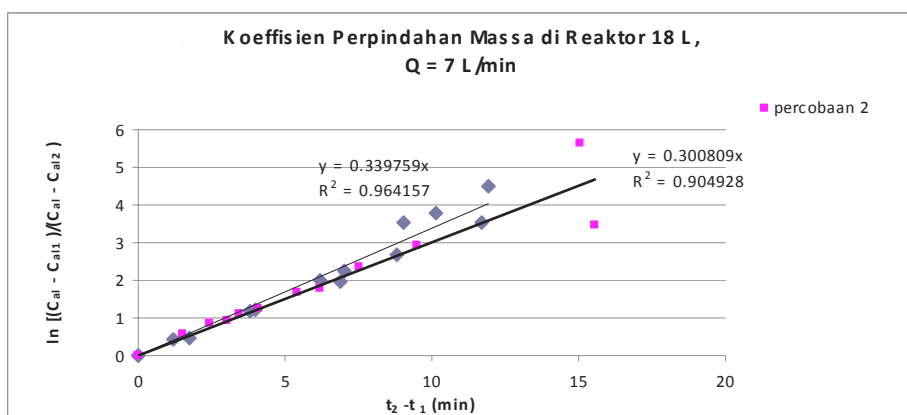
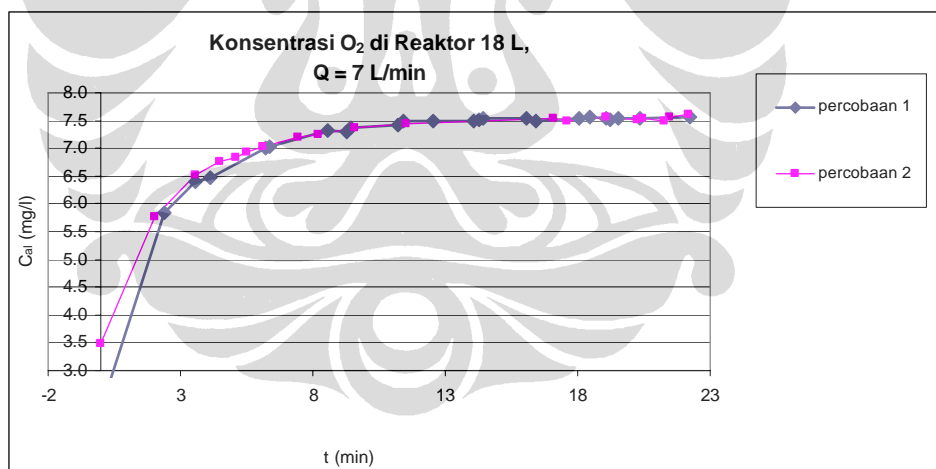
Kesimpulan :

Untuk Vol = 18 pada  $Q = 4$  l/min atau  $U_G = 6,878090$  m/h

$Kla = \text{average percobaan 1} + \text{percobaan 2} = 0.2341555 \text{ min}^{-1}$

## 3. Laju alir udara skala 7 l/min

7 l/min ( $V_R = 18 \text{ L}$ )							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{ai} - C_{ai1}) / (C_{ai} - C_{ai2})]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{ai} - C_{ai1}) / (C_{ai} - C_{ai2})]$
0	2.30	0	0	0	3.47	0	0
2.39	5.83	0.00	0.000000	2.04	5.76	0.00	0.000000
3.56	6.41	1.17	0.414576	3.55	6.53	1.51	0.568274
4.12	6.48	1.73	0.478583	4.46	6.77	2.42	0.840751
6.19	7.01	3.80	1.172675	5.09	6.83	3.05	0.922290
6.36	7.03	3.97	1.211216	5.48	6.94	3.44	1.091600
8.57	7.31	6.18	2.009942	6.13	7.02	4.09	1.235669
9.26	7.30	6.87	1.967200	7.44	7.21	5.40	1.694596
9.42	7.36	7.03	2.256278	8.22	7.24	6.18	1.791056
11.22	7.42	8.83	2.664540	9.58	7.37	7.54	2.368767
11.44	7.49	9.05	3.551843	11.53	7.44	9.49	2.915311
12.55	7.50	10.16	3.780102	17.07	7.53	15.03	5.649678
14.08	7.49	11.69	3.551843	17.57	7.48	15.53	3.452454
14.30	7.52	11.91	4.499225	19.08	7.56		
14.45	7.55			20.22	7.52		
16.04	7.53			20.45	7.54		
16.40	7.50			21.26	7.5		
18.03	7.53			21.46	7.56		
18.48	7.57			22.18	7.6		
19.06	7.54			avg	7.5363		
19.23	7.52						
19.53	7.54						
20.34	7.55						
22.22	7.56						
avg	7.54						



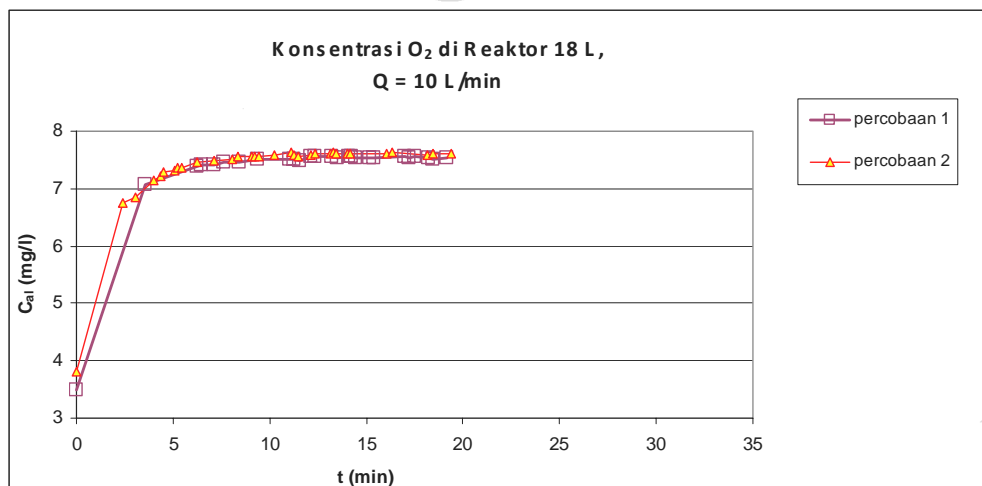
Kesimpulan :

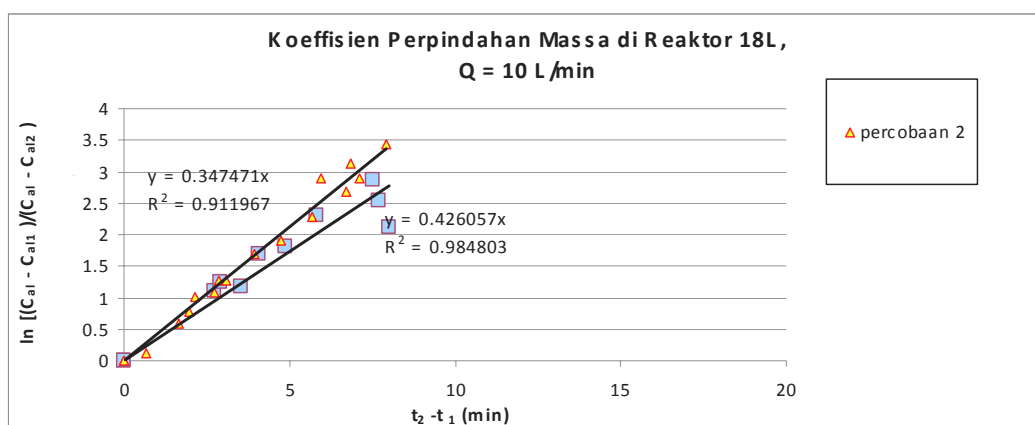
Untuk Vol = 18 pada Q = 7 l/min atau  $U_G = 12,036657$  m/h

Kla = average percobaan 1 + percobaan 2 = **0.320284** min<sup>-1</sup>

#### 4. Laju alir udara skala 10 l/min

10 l/min ( $V_R = 18$ L)							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{a1} - C_{a12}) / (C_{a1} - C_{a12})]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{a1} - C_{a11}) / (C_{a1} - C_{a12})]$
0	3.50	0	0	0	3.82	0	0
3.54	7.07	0.00	0.000000	2.36	6.76	0.00	0.000000
6.28	7.39	2.74	1.109848	3.03	6.86	0.67	0.125583
6.47	7.41	2.93	1.245804	4.00	7.14	1.64	0.595051
7.09	7.40	3.55	1.175517	4.35	7.22	1.99	0.782809
7.59	7.46	4.05	1.698483	4.50	7.3	2.14	1.014161
8.40	7.47	4.86	1.820090	5.08	7.32	2.72	1.081451
9.36	7.50	5.82	2.311000	5.23	7.37	2.87	1.272629
11.04	7.52	7.50	2.860108	5.45	7.37	3.09	1.272629
11.24	7.51	7.70	2.548328	6.28	7.45	3.92	1.683727
11.55	7.49	8.01	2.119333	7.10	7.48	4.74	1.895286
12.11	7.55			8.04	7.52	5.68	2.272362
12.33	7.56			8.32	7.56	5.96	2.884879
13.19	7.56			9.08	7.55	6.72	2.693212
13.53	7.54			9.22	7.57	6.86	3.122208
14.10	7.56			9.47	7.56	7.11	2.884879
14.23	7.57			10.27	7.58	7.91	3.433987
14.43	7.54			11.09	7.63		
15.20	7.54			11.29	7.58		
15.36	7.54			11.50	7.57		
17.02	7.55			12.15	7.59		
17.18	7.53			12.36	7.6		
17.50	7.57			13.13	7.61		
18.25	7.54			13.28	7.63		
18.44	7.52			13.45	7.61		
19.16	7.54			14.02	7.6		
avg	7.55			14.16	7.61		
				16.04	7.62		
				16.37	7.64		
				18.15	7.59		
				18.42	7.62		
				19.42	7.61		
				avg	7.6073		





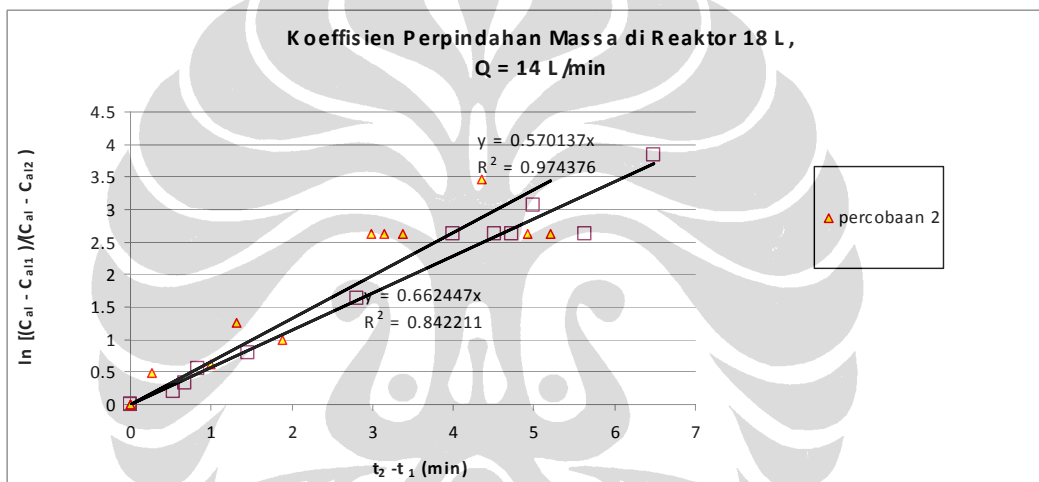
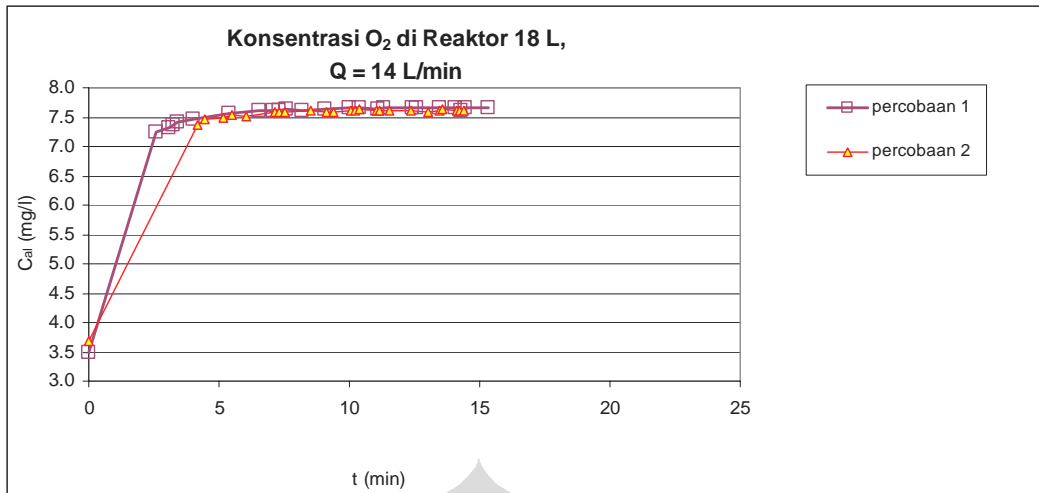
Kesimpulan :

Untuk Vol = 18 L pada  $Q = 10$  l/min atau  $U_G = 17,195225$  m/h

$K_{la} = \text{average percobaan 1} + \text{percobaan 2} = 0.386764 \text{ min}^{-1}$

### 5. Laju alir udara skala 14 l/min

14 l/min ( $V_R = 18$ L)							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln \left[ \frac{C_{al} - C_{al1}}{C_{al} - C_{al2}} \right]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln \left[ \frac{C_{al} - C_{al1}}{C_{al} - C_{al2}} \right]$
0	3.49	0	0	0	3.69	0	0
2.57	7.25	0.00	0.000000	4.18	7.37	0.00	0.000000
3.10	7.32	0.53	0.193082	4.44	7.46	0.26	0.476678
3.24	7.36	0.67	0.322853	5.18	7.48	1.00	0.622530
3.40	7.42	0.83	0.555860	5.49	7.54	1.31	1.259437
4.03	7.47	1.46	0.802604	6.07	7.52	1.89	0.999480
5.37	7.57	2.80	1.622906	7.16	7.59	2.98	2.614960
6.56	7.62	3.99	2.632391	7.33	7.59	3.15	2.614960
7.09	7.62	4.52	2.632391	7.55	7.59	3.37	2.614960
7.29	7.62	4.72	2.632391	8.54	7.6	4.36	3.472410
7.57	7.63	5.00	3.061386	9.10	7.59	4.92	2.614960
8.21	7.62	5.64	2.632391	9.38	7.59	5.20	2.614960
9.06	7.64	6.49	3.828641	10.03	7.52		
10.00	7.65			10.24	7.61		
10.36	7.66			10.39	7.63		
11.10	7.63			11.05	7.61		
11.30	7.67			11.18	7.62		
12.42	7.67			11.52	7.61		
12.58	7.67			12.39	7.61		
13.47	7.67			13.03	7.59		
14.06	7.65			13.44	7.61		
14.28	7.62			13.58	7.64		
14.44	7.66			14.14	7.6		
15.31	7.67			14.25	7.62		
avg	7.65			14.42	7.62		
				avg	7.6074		



Kesimpulan :

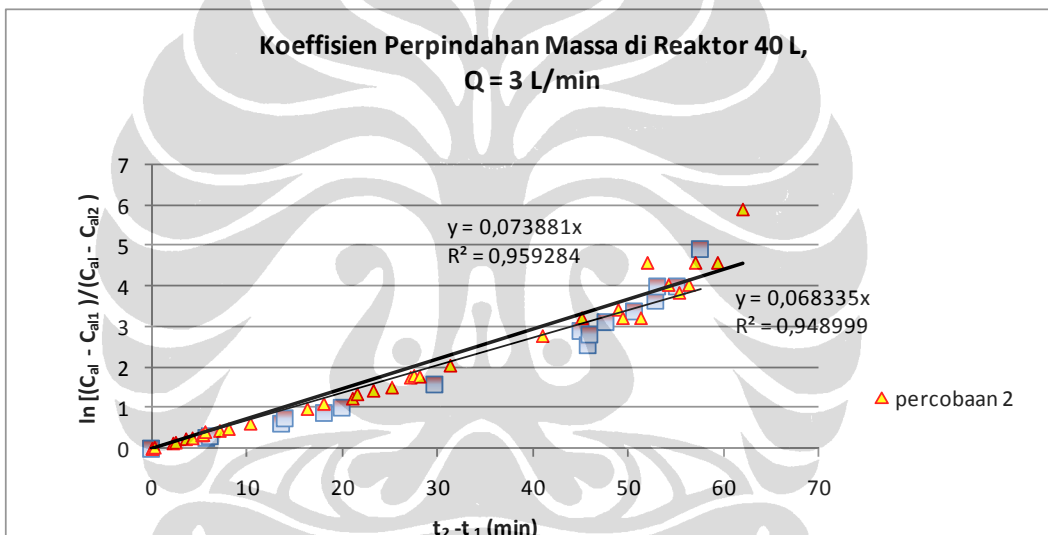
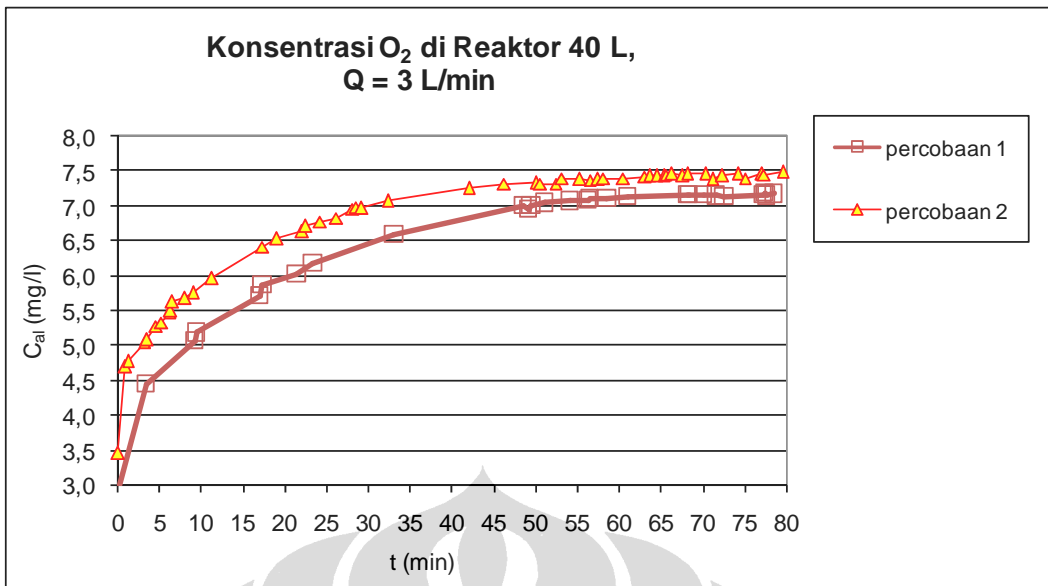
Untuk Vol = 18 pada Q = 14 l/min atau  $U_G = 24,073315$  m/h

$Kla = \text{average percobaan 1} + \text{percobaan 3} = 0.616292 \text{ min}^{-1}$

## A.2.2. Pengukuran Kandungan Oksigen dan Penentuan $k_L a$ di volume 40 L

### 1. Laju alir udara skala 3 l/min

3 l/min ( $V_R = 40$ L)							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{at1}) / (C_{al} - C_{at2})]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{at1}) / (C_{al} - C_{at2})]$
3,48	4,44	0	0	1,00	4,7	0,00	0,000000
9,23	5,06	5,75	0,258694536	1,25	4,78	0,25	0,029772
9,54	5,18	6,06	0,317535036	3,20	5,04	2,20	0,133151
17,03	5,71	13,55	0,629068324	3,46	5,09	2,46	0,154317
17,39	5,86	13,91	0,738267616	4,54	5,28	3,54	0,239104
21,47	6,02	17,99	0,869603618	5,22	5,33	4,22	0,262664
23,38	6,18	19,90	1,020834588	6,23	5,47	5,23	0,331750
33,10	6,59	29,62	1,562750798	6,37	5,49	5,37	0,342021
48,53	7,01	45,05	2,897751865	6,56	5,63	5,56	0,417032
49,18	6,95	45,70	2,561279629	8,09	5,68	7,09	0,445246
49,51	7,00	46,03	2,833213344	9,04	5,76	8,04	0,492113
51,06	7,04	47,58	3,120895417	11,32	5,96	10,32	0,619897
54,09	7,07	50,61	3,408577489	17,30	6,41	16,30	0,986177
56,26	7,09	52,78	3,659891917	19,03	6,53	18,03	1,111698
56,44	7,11	52,96	3,996364154	22,07	6,64	21,07	1,242483
58,52	7,11	55,04	3,996364154	22,56	6,72	21,56	1,349641
61,03	7,14	57,55	4,912654886	24,26	6,78	23,26	1,438290
68,19	7,16			26,20	6,83	25,20	1,518684
68,38	7,16			28,16	6,96	27,16	1,764144
70,06	7,16			28,53	6,98	27,53	1,807889
71,57	7,15			29,12	6,97	28,12	1,785777
72,56	7,14			32,34	7,08	31,34	2,060947
77,13	7,16			42,04	7,26	41,04	2,791432
77,38	7,19			46,18	7,32	45,18	3,235683
77,57	7,15			50,01	7,34	49,01	3,442019
78,46	7,17			50,48	7,32	49,48	3,235683
avg	7,16			52,38	7,32	51,38	3,235683
				53,08	7,4	52,08	4,605170
				55,29	7,38	54,29	4,055124
				56,43	7,37	55,43	3,863233
				57,43	7,38	56,43	4,055124
				58,13	7,4	57,13	4,605170
				60,47	7,4	59,47	4,605170
				63,11	7,42	62,11	5,926926
				63,57	7,43		
				64,47	7,43		
				65,32	7,44		
				65,55	7,45		
				66,34	7,46		
				67,53	7,44		
				68,11	7,46		
				70,25	7,46		
				71,13	7,39		
				72,26	7,43		
				74,17	7,46		
				75,03	7,40		
				77,1	7,47		
				77,23	7,45		
				79,55	7,48		
				avg	7,43		



Kesimpulan :

pada  $Q = 3$  l/min atau  $U_G = 1,89231$  m/h

$Kla = \text{average percobaan 1} + \text{percobaan 2} = \mathbf{0,071108} \text{ min}^{-1}$



## 2. Laju alir udara skala 6 l/min

6 l/min ( $V_R = 40$ L)							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{al1}) / (C_{al} - C_{al2})]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{al1}) / (C_{al} - C_{al2})]$
0	3,91	0	0	0	3,45	0	0
12,48	6,91	0,00	0,000000	4,27	5,96	0,00	0,000000
15,59	7,12	3,11	0,318454	5,43	6,18	1,16	0,145339
16,26	7,15	3,78	0,373514	8,59	6,59	4,32	0,489990
16,58	7,15	4,10	0,373514	9,30	6,65	5,03	0,552098
17,16	7,22	4,68	0,515164	11,57	6,89	7,30	0,848230
18,24	7,22	5,76	0,515164	13,21	6,95	8,94	0,938332
18,41	7,24	5,93	0,559616	14,16	7,08	9,89	1,166847
19,06	7,26	6,58	0,606136	14,57	7,13	10,30	1,270812
19,57	7,30	7,09	0,706219	15,48	7,15	11,21	1,315626
20,27	7,31	7,79	0,732888	17,02	7,22	12,75	1,490476
20,53	7,33	8,05	0,788457	18,04	7,21	13,77	1,463546
28,31	7,56	15,83	1,858899	19,00	7,28	14,73	1,669329
28,53	7,57	16,05	1,945910	19,56	7,3	15,29	1,736839
29,07	7,58	16,59	2,041220	21,22	7,36	16,95	1,971959
30,29	7,56	17,81	1,858899	24,19	7,45	19,92	2,478777
30,45	7,56	17,97	1,858899	24,40	7,46	20,13	2,554938
40,59	7,68			28,56	7,52	24,29	3,198953
42,20	7,64			29,34	7,52	25,07	3,198953
52,03	7,67			30,25	7,56	25,98	4,122116
53,03	7,65			31,49	7,56	27,22	4,122116
53,30	7,68			33,22	7,53	28,95	3,362278
54,49	7,62			36,50	7,56	32,23	4,122116
56,06	7,66			37,22	7,6		
55,28	7,68			39,08	7,6		
56,58	7,68			39,46	7,58		
57,49	7,66			41,37	7,55		
58,39	7,67			43,10	7,57		
59,09	7,66			47,51	7,6		
59,59	7,67			48,10	7,63		
60,23	7,69			51,00	7,6		
61,53	7,65			51,27	7,61		
avg	7,61			51,22	7,62		
				52,32	7,65		
				53,22	7,63		
				53,59	7,61		
				58,31	7,61		
				59,24	7,62		
				60,27	7,57		
				avg	7,58636		

6 l /min ( $V_R = 40$ L)			
percobaan 3			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{al1}) / (C_{al} - C_{al2})]$
2,13	6,06	0,00	0,000000
3,41	6,32	1,28	0,189360
4,43	6,45	2,30	0,299441
5,38	6,61	3,25	0,454018
6,12	6,67	3,99	0,518756
9,00	6,94	6,87	0,876797
9,22	6,99	7,09	0,959881
11,03	7,14	8,90	1,260852
11,39	7,17	9,26	1,333675
12,04	7,23	9,91	1,497464
12,17	7,17	10,04	1,333675
14,23	7,30	12,10	1,730187
14,38	7,33	12,25	1,849308
14,56	7,34	12,43	1,892392
15,13	7,33	13,00	1,849308
16,46	7,39	14,33	2,141014
17,27	7,44	15,14	2,472660
21,08	7,49	18,95	2,972312
21,27	7,53	19,14	3,703200
22,39	7,51	20,26	3,272417
23,13	7,54	21,00	4,016857
23,32	7,54	21,19	4,016857
24,43	7,52	22,30	3,464788
25,42	7,58		
26,21	7,58		
29,29	7,60		
31,00	7,62		
31,51	7,57		
32,53	7,59		
33,20	7,59		
34,52	7,58		
36,35	7,6		
37,08	7,58		
40,47	7,55		
42,37	7,58		
44,47	7,57		
45,43	7,58		
46,28	7,57		
46,54	7,59		
51,4	7,56		
52,18	7,57		
53,37	7,57		
54,14	7,58		
55,41	7,57		
57,16	7,54		
58,4	7,53		
59,5	7,52		

avg	7,57

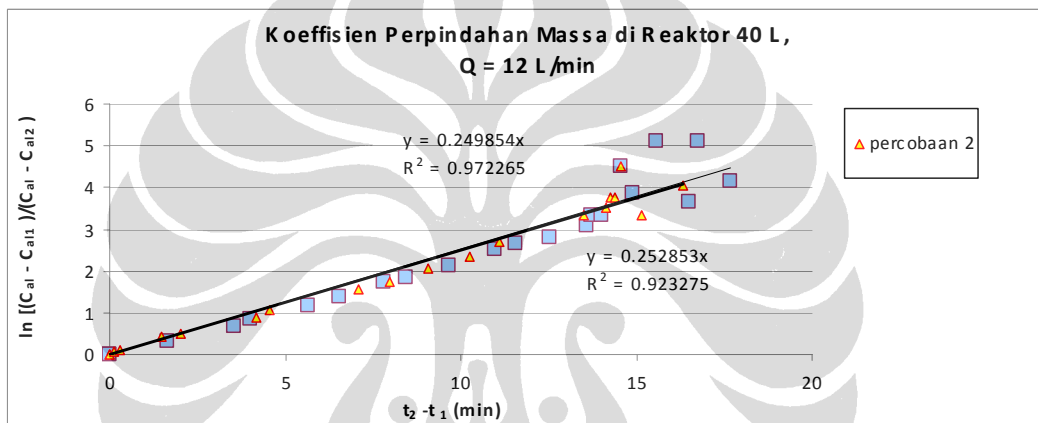
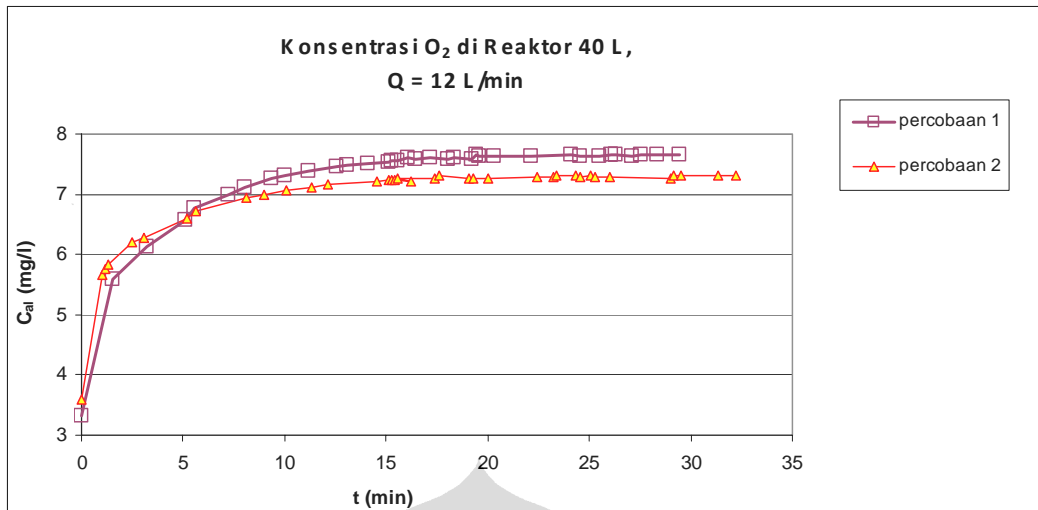
Kesimpulan :

pada  $Q = 6$  l/min atau  $U_G = 3,78462$  m/h

$K_{La} = \text{average percobaan 1 + percobaan 3} = 0.120567 \text{ min}^{-1}$

### 3. Laju alir udara skala 12 l/min

12 l/min ( $V_R = 40$ L)							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{at} - C_{at1}) / (C_{at} - C_{at2})]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{at} - C_{at1}) / (C_{at} - C_{at2})]$
0	3.31	0	0	0	3.59	0	0
1.55	5.59	0.00	0.000000	1.03	5.65	0.00	0.000000
3.21	6.14	1.66	0.315558	1.16	5.76	0.13	0.069950
5.08	6.58	3.53	0.667701	1.32	5.84	0.29	0.124084
5.57	6.76	4.02	0.857266	2.51	6.2	1.48	0.412188
7.22	7.00	5.67	1.183411	3.04	6.28	2.01	0.489284
8.07	7.12	6.52	1.397605	5.19	6.6	4.16	0.875804
9.35	7.26	7.80	1.724267	5.59	6.72	4.56	1.070534
10.00	7.30	8.45	1.841229	8.13	6.94	7.10	1.571636
11.21	7.38	9.66	2.126453	9.00	6.99	7.97	1.731628
12.54	7.46	10.99	2.527018	10.11	7.07	9.08	2.056807
13.11	7.48	11.56	2.658457	11.29	7.12	10.26	2.331474
14.07	7.50	12.52	2.809825	12.13	7.17	11.10	2.711406
15.14	7.53	13.59	3.091042	14.54	7.22	13.51	3.331646
15.27	7.55	13.72	3.335020	15.16	7.23	14.13	3.520237
15.54	7.55	13.99	3.335020	15.30	7.24	14.27	3.752860
16.11	7.60	14.56	4.508753	15.42	7.24	14.39	3.752860
16.45	7.58	14.90	3.870264	16.19	7.22	15.16	3.331646
17.14	7.61	15.59	5.100804	15.57	7.26	14.54	4.494797
18.04	7.57	16.49	3.658420	17.36	7.25	16.33	4.056542
18.32	7.61	16.77	5.100804	17.59	7.3		
19.23	7.59	17.68	4.139393	19.06	7.26		
19.40	7.65			19.32	7.25		
19.59	7.64			20.03	7.27		
20.30	7.63			22.42	7.29		
22.11	7.64			23.22	7.28		
24.11	7.66			23.36	7.3		
24.57	7.62			24.31	7.32		
25.53	7.64			24.53	7.29		
26.08	7.65			25.06	7.31		
26.30	7.66			25.31	7.28		
27.13	7.64			26.04	7.28		
27.52	7.66			29	7.27		
28.38	7.66			29.16	7.31		
29.48	7.66			29.5	7.3		
avg	7.62			31.33	7.3		
				32.22	7.3	avg	7.278181818



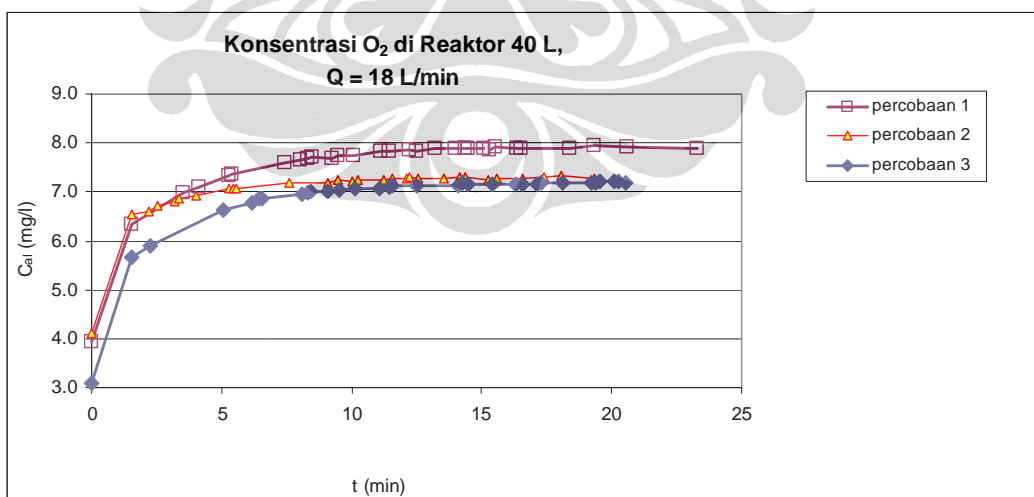
Kesimpulan :

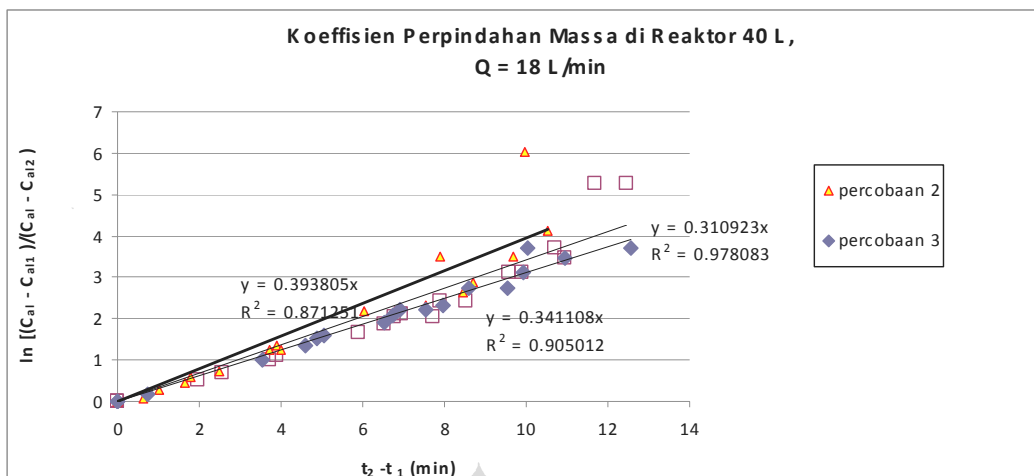
pada  $Q = 12$  l/min atau  $U_G = 7,56924$  m/h

$K_{la} = \text{average percobaan 1} + \text{percobaan 2} = 0.2513535 \text{ min}^{-1}$

## 4. Laju alir udara skala 18 l/min

18 l/min ( $V_R = 40$ L)							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{ait}) / (C_{al} - C_{al2})]$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln [(C_{al} - C_{ait}) / (C_{al} - C_{al2})]$
0	3.95	0	0	0	4.13	0	0
1.54	6.34	0.00	0.000000	1.56	6.54	0.00	0.000000
3.52	6.97	1.98	0.522522	2.20	6.6	0.64	0.085551
4.11	7.11	2.57	0.687993	2.56	6.71	1.00	0.264376
5.26	7.32	3.72	1.002598	3.22	6.81	1.66	0.460404
5.42	7.37	3.88	1.094744	3.36	6.86	1.80	0.575007
7.44	7.59	5.90	1.647626	4.04	6.92	2.48	0.732497
8.06	7.65	6.52	1.872448	5.29	7.06	3.73	1.239983
8.32	7.69	6.78	2.056452	5.44	7.08	3.88	1.339190
8.48	7.70	6.94	2.108277	5.55	7.06	3.99	1.239983
9.26	7.69	7.72	2.056452	7.59	7.19	6.03	2.191613
9.45	7.75	7.91	2.417465	9.10	7.2	7.54	2.322066
10.05	7.75	8.51	2.417465	9.47	7.25	7.91	3.515169
11.12	7.82	9.58	3.125211	10.02	7.22	8.46	2.648750
11.44	7.82	9.90	3.125211	10.26	7.23	8.70	2.863407
12.25	7.85	10.71	3.707133	11.25	7.25	9.69	3.515169
12.48	7.84	10.94	3.473518	11.54	7.27	9.98	6.027475
13.24	7.88	11.70	5.265278	12.10	7.26	10.54	4.130355
14.00	7.88	12.46	5.265278	12.20	7.29	10.64	#NUM!
14.35	7.90			12.53	7.27		
14.49	7.90			13.53	7.28		
15.07	7.88			14.13	7.29		
15.30	7.87			14.38	7.3		
15.53	7.91			15.26	7.25		
16.34	7.89			15.56	7.28		
16.50	7.89			16.55	7.28		
18.41	7.89			17.40	7.3		
19.35	7.94			18.05	7.32		
20.57	7.91			19.35	7.28		
23.31	7.89			avg	7.2718		





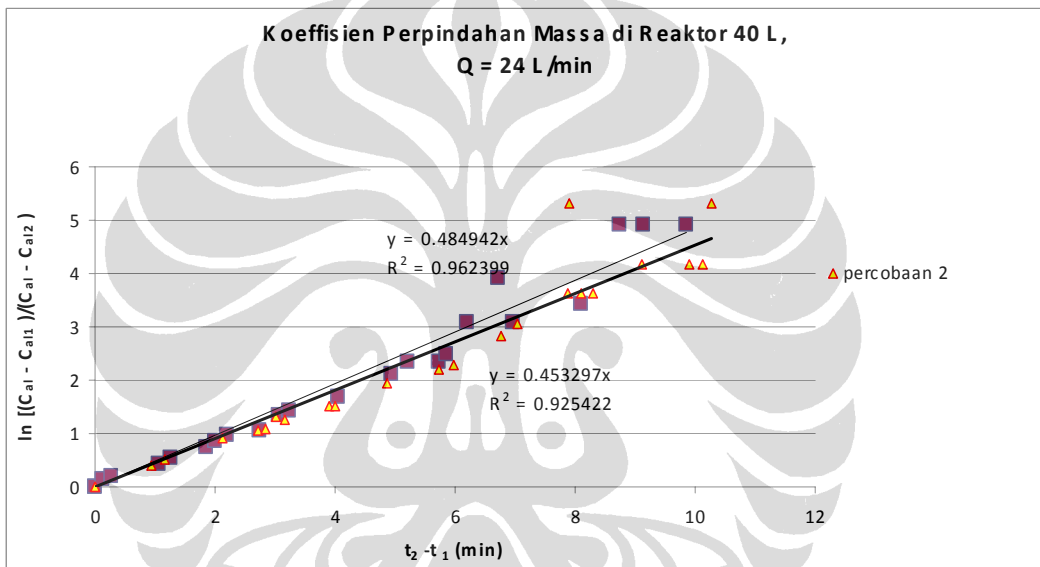
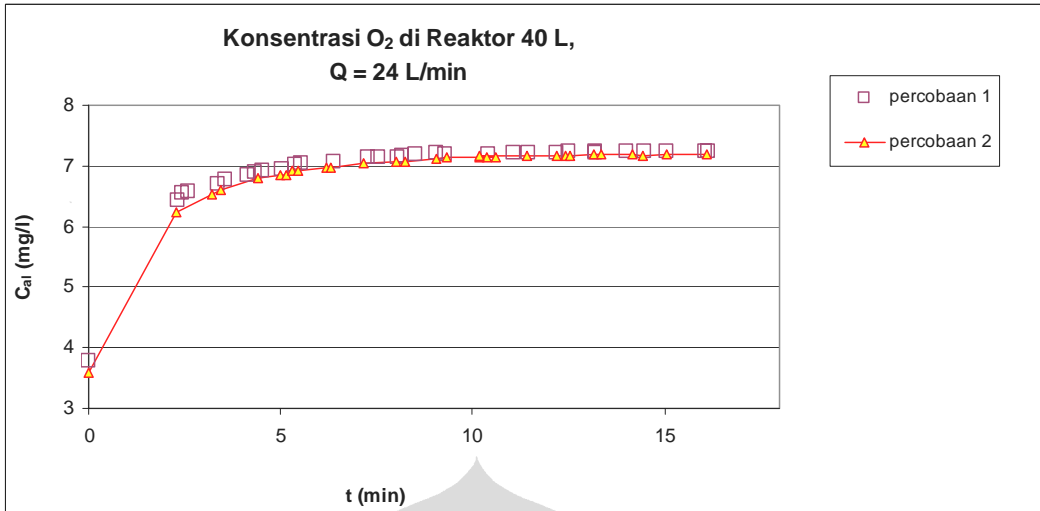
Kesimpulan :

pada  $Q = 18$  l/min atau  $U_G = 11,35386$  m/h

$Kla = \text{average percobaan 1} + \text{percobaan 3} = 0.3260155 \text{ min}^{-1}$

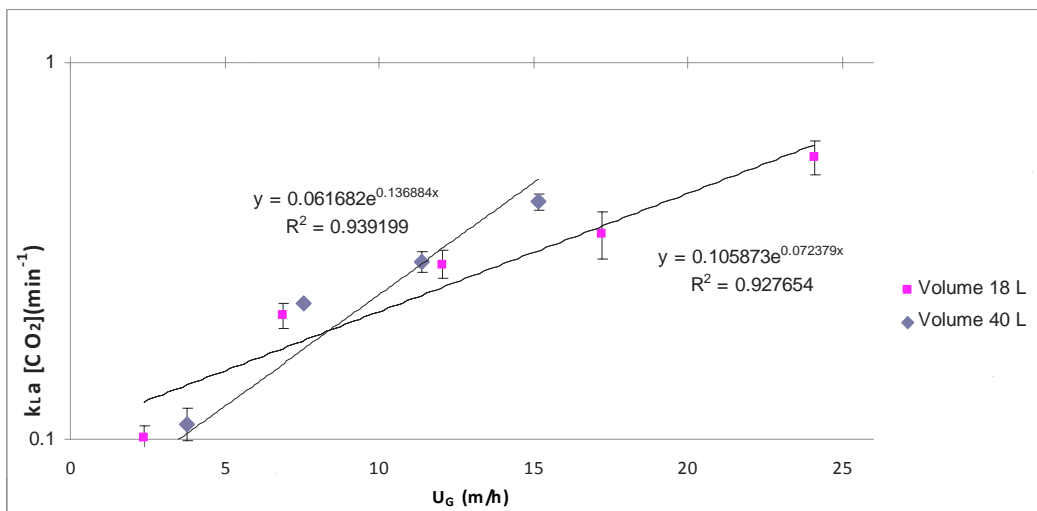
#### 5. Laju alir udara skala 24 l/min

24 l/min ( $V_R = 40$ L)							
percobaan 1				percobaan 2			
t(min)	DO	t2-t1	$\ln \frac{[C_{ai} - C_{al1}]}{[C_{al} - C_{al2}]}$	t(min)	DO	t2-t1	$\ln \frac{[C_{ai} - C_{al1}]}{[C_{al} - C_{al2}]}$
0	3.77	0	0	0	3.6	0	0
2.32	6.44	0.00	0.000000	2.29	6.24	0	0
2.44	6.55	0.12	0.150823	3.22	6.54	0.93	0.387151343
2.59	6.58	0.27	0.196236	3.44	6.61	1.15	0.504039364
3.37	6.71	1.05	0.421040	4.42	6.8	2.13	0.914347097
3.57	6.77	1.25	0.544727	5	6.85	2.71	1.057634664
4.16	6.85	1.84	0.737764	5.14	6.86	2.85	1.088931671
4.32	6.89	2.00	0.850333	5.29	6.92	3	1.300580843
4.51	6.93	2.19	0.977199	5.46	6.91	3.17	1.262047179
5.05	6.95	2.73	1.047228	6.18	6.97	3.89	1.519270044
5.38	7.02	3.06	1.340105	6.3	6.97	4.01	1.519270044
5.55	7.04	3.23	1.442384	7.16	7.04	4.87	1.938158172
6.37	7.08	4.05	1.684945	8.01	7.07	5.72	2.190438318
7.27	7.13	4.95	2.105226	8.26	7.08	5.97	2.290979547
7.54	7.15	5.22	2.339626	9.05	7.12	6.76	2.841025884
8.06	7.15	5.74	2.339626	9.33	7.13	7.04	3.043550148
8.18	7.16	5.86	2.481277	10.17	7.15	7.88	3.63953358
8.52	7.19	6.20	3.091042	10.38	7.15	8.09	3.63953358
9.04	7.21	6.72	3.912023	10.59	7.15	8.3	3.63953358
9.29	7.19	6.97	3.091042	10.2	7.17	7.91	5.325932534
10.42	7.20	8.10	3.419547	11.4	7.16	9.11	4.162781724
11.06	7.22	8.74	4.923624	12.19	7.16	9.9	4.162781724
11.45	7.22	9.13	4.923624	12.42	7.16	10.13	4.162781724
12.18	7.22	9.86	4.923624	12.55	7.17	10.26	5.325932534
12.50	7.24			13.16	7.18		
13.20	7.22			13.37	7.19		
13.20	7.24			14.18	7.19		
14.02	7.24			14.45	7.17		
14.49	7.23			15.06	7.19		
15.04	7.24			16.12	7.18		
16.05	7.25			avg	7.1745		

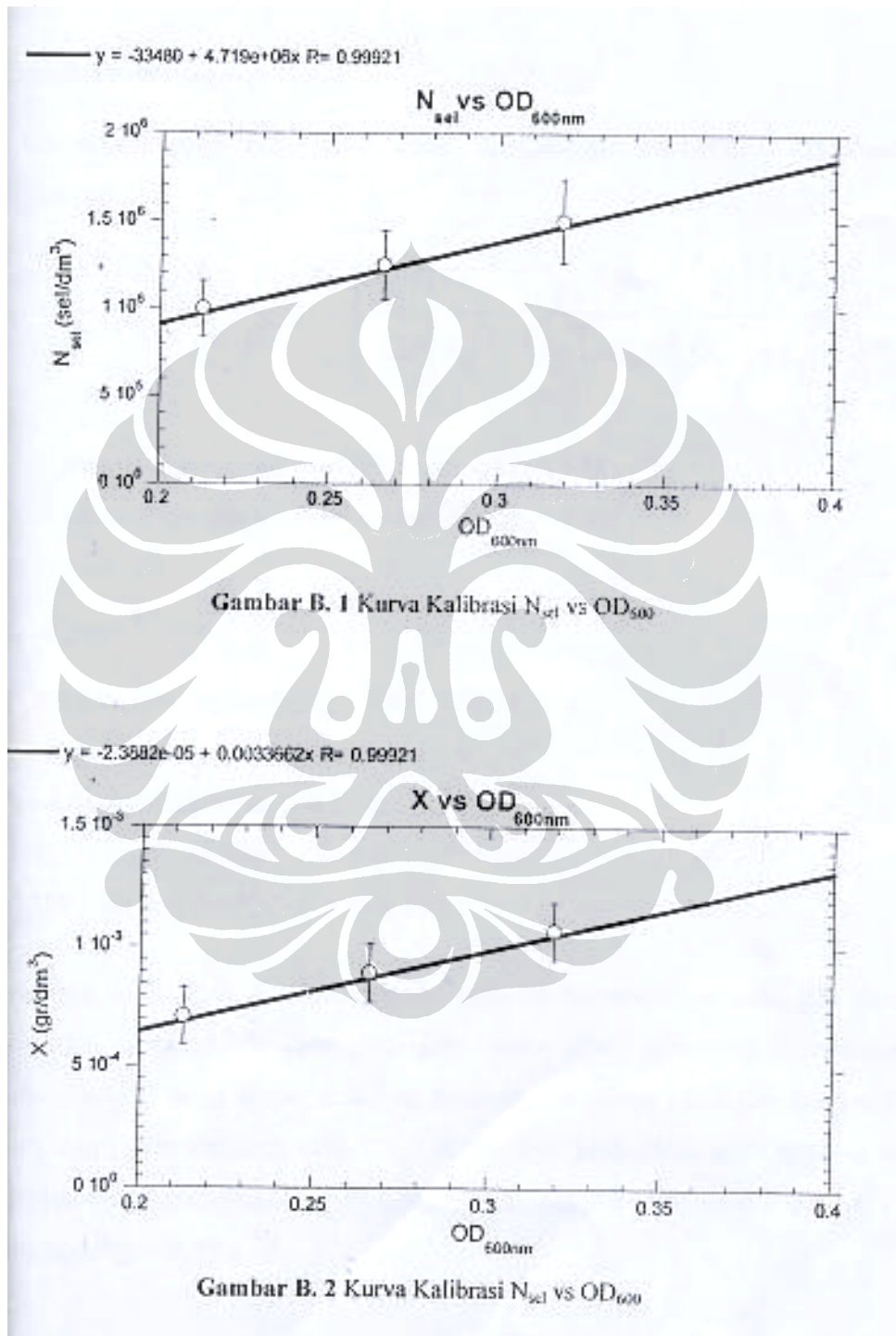


Kesimpulan :  
pada  $Q = 24 \text{ l/min}$  atau  $U_G = 15,13848 \text{ m/h}$

$$Kla = \text{average percobaan 1} + \text{percobaan 2} = 0.4691195 \text{ min}^{-1}$$



**LAMPIRAN B**  
**KURVA KALIBRASI**



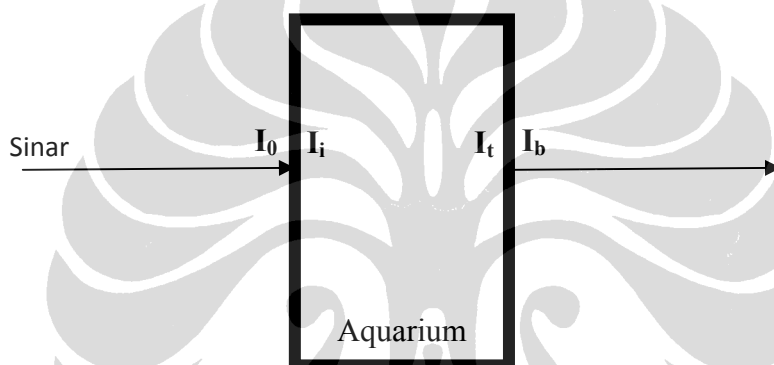


## LAMPIRAN C

### MENENTUKAN $\alpha$ KACA

#### C.1 Pengukuran $\alpha$ kaca

Saat cahaya melewati suatu material padatan maka akan ada sebagian dari energi cahaya tersebut. Variabel yang akan digunakan untuk menyatakan kemampuan untuk menyerap energi tersebut dilambangkan dengan  $\alpha$ . Besarnya  $\alpha$  ini bergantung dari jenis bahan. Perhitungan  $\alpha$  kaca dapat digambarkan sebagai berikut :



Dalam keadaan kosong :

$$\left. \begin{array}{l} I_i = \alpha I_0 \\ I_b = \alpha I_t \end{array} \right\} I_i = I_t \longrightarrow I_b = \alpha (\alpha I_0) \longrightarrow \alpha = \sqrt{\frac{I_b}{I_0}}$$

**Hasil perhitungan  $\alpha$  kaca**

Titik	$I_0$	$I_b$	$\alpha$ kaca (tebal 8 mm)
1	4400	1980	0,670820393
2	4460	2360	0,727425585
3	4660	2310	0,704065448
4	4690	2030	0,657902592
5	4880	2200	0,671431063
6	5240	2590	0,703046804
7	5140	2310	0,670385219
8	4820	2210	0,677130877
9	4180	2630	0,793212836
10	4990	2280	0,675954013
<b><math>\alpha</math> kaca (tebal 8 mm) rata-rata</b>			<b>0,695137483</b>

**LAMPIRAN D**  
**Data yang Diambil**

**D.1. Acuan (18 L)**

**D.1.1. Percobaan 1**

t (h)	pH	P OD <sub>600</sub>	OD <sub>600</sub>	OD avg	OD <sub>600</sub> akhir	Io	Io rata2	Ib	Ib rata2
0	6.2	2	0.232	0.234	0.469	5260	5260	404	398
			0.236			5610		406	
			0.235			4910		384	
4	6.1	2	0.243	0.242	0.484	5610	6030	337	347
			0.241			6300		346	
			0.242			6180		359	
8	6.29	2	0.256	0.254	0.509	5550	5730	271	277
			0.253			6030		273	
			0.254			5610		287	
12	7.43	2	0.264	0.264	0.528	5600	5886.667	251	253
			0.263			6240		241	
			0.265			5820		266	
16	6.6	2	0.287	0.287	0.575	5050	5270	191	198
			0.288			5940		211	
			0.287			4820		192	
21	6.4	3	0.206	0.207	0.620	5200	5473.333	145	152
			0.206			5790		153	
			0.208			5430		158	
24	6.3	3	0.191	0.191	0.573	5690	5733.333	130	139
			0.194			5750		145	
			0.188			5760		142	
28	6.41	3	0.202	0.202	0.607	5600	5646.667	116	125
			0.202			5640		130	
			0.203			5700		130	
32	6.54	3	0.206	0.207	0.621	5480	5640	104	108
			0.207			5680		114	
			0.208			5760		105	
36	6.26	3	0.253	0.252	0.755	6190	6063.333	84	84
			0.251			6040		82	
			0.251			5960		87	
41	6.28	3	0.247	0.248	0.743	5150	5690	74	77

			0.248			5940		78	
			0.248			5980		79	
44	6.38	3	0.257	0.247	0.740	5970	5816.667	61	66
			0.245			5680		69	
			0.238			5800		67	
48	6.63	3	0.185	0.190	0.571	5860	5520	61	60
			0.195			5140		57	
			0.191			5560		62	
52	6.52	3	0.273	0.272	0.817	5390	5660	50	51
			0.274			5670		53	
			0.27			5920		51	
56	6.46	3	0.294	0.295	0.884	5650	5776.667	45	46
			0.295			5840		47	
			0.295			5840		45	
60	6.38	4	0.222	0.223	0.891	6300	6033.333	43	42
			0.223			5640		44	
			0.223			6160		40	
64	6.38	4	0.232	0.233	0.933	5570	5663.333	35	34
			0.235			5660		35	
			0.233			5760		33	
68	6.47	4	0.247	0.245	0.980	5750	5403.333	27	27
			0.245			5570		28	
			0.243			4890		27	
72	6.42	4	0.25	0.249	0.996	5570	5550	25	25
			0.249			5460		25	
			0.248			5620		24	
76	6.52	4	0.241	0.240	0.959	5530	5013.333	21	22
			0.24			4740		23	
			0.238			4770		21	
81	6.42	4	0.268	0.272	1.087	5080	5280	19	19
			0.271			6130		19	
			0.276			4630		19	
84	6.43	4	0.256	0.257	1.028	5690	5626.667	18	17
			0.258			5320		17	
			0.257			5870		17	
89	6.51	4	0.278	0.278	1.113	5040	5306.667	14	14
			0.279			6010		13	
			0.278			4870		16	

92	6.52	4	0.279	0.280	1.120	5170	5346.667	12	12
			0.281			6130		11	
			0.28			4740		12	
96	6.41	5	0.248	0.247	1.235	5360	5643.333	11	11
			0.247			5800		11	
			0.246			5770		11	
101	6.49	5	0.208	0.206	1.030	5830	5696.667	10	10
			0.206			5640		10	
			0.204			5620		9	
104	6.6	5	0.239	0.244	1.220	5250	5310	9	8
			0.246			6040		8	
			0.247			4640		8	
108	6.33	5	0.268	0.269	1.347	5130	5280	7	7
			0.27			5970		7	
			0.27			4740		7	
112	6.43	5	0.245	0.242	1.212	5230	5503.333	6	6
			0.238			5300		7	
			0.244			5980		6	
116	6.76	5	0.237	0.236	1.182	4900	5326.667	5	5
			0.236			5430		5	
			0.236			5650		6	
121	6.6	5	0.236	0.236	1.182	5150	5106.667	4	5
			0.237			4890		5	
			0.236			5280		5	
124	6.58	5	0.274	0.273	1.365	5460	5666.667	4	4
			0.272			5910		4	
			0.273			5630		4	
128	6.66	5	0.277	0.277	1.387	5350	5550	3	4
			0.279			5840		3.5	
			0.276			5460		4	
132	6.52	5	0.29	0.290	1.452	5340	5586.667	3	3
			0.292			5820		3	
			0.289			5600		3	
136	6.53	6	0.214	0.223	1.340	4980	5236.667	2.5	3
			0.227			5210		2.5	
			0.229			5520		3	
140	6.42	6	0.253	0.255	1.528	5050	5326.667	2	2

			0.255			5630		2	
			0.256			5300		2	
144	6.72	6	0.262	0.258	1.548	4930	5010	2	2
			0.258			4880		2	
			0.254			5220		2	
148	6.79	6	0.225	0.225	1.350	5240	5216.667	2	2
			0.226			5090		2	
			0.224			5320		2	
152	6.64	6	0.271	0.271	1.628	5360	5493.333	1.5	2
			0.272			5630		2	
			0.271			5490		2	
156	6.57	6	0.269	0.268	1.606	5280	5353.333	1	1
			0.268			5210		1	
			0.266			5570		1.5	
160	6.59	6	0.288	0.288	1.730	5190	5303.333	1	1
			0.289			5740		1	
			0.288			4980		1	
164	6.37	7	0.263	0.262	1.834	4440	4640	1	1
			0.261			5250		1	
			0.262			4230		1	
168	6.37	7	0.286	0.287	2.007	5170	5173.333	1	1
			0.286			5290		1	
			0.288			5060		1	
172	6.35	7	0.25	0.249	1.745	5300	5306.667	1	1
			0.251			5140		0.5	
			0.247			5480		0.5	
176	6.74	7	0.23	0.238	1.668	5210	5293.333	1	1
			0.242			5330		1	
			0.243			5340		1	
180	7.62	7	0.223	0.226	1.584	4850	5286.667	0	0
			0.228			5150		0	
			0.228			5860		0	

#### D.1.2. Percobaan 2

t (h)	pH	p OD <sub>600</sub>	OD <sub>600</sub>	OD avg	OD <sub>600</sub> akhir	Io	Io rata2	Ib	Ib rata2
0	6.17	1	0.238	0.239	0.239	5110	5343.333	983	915
			0.239			6060		786	

			0.239			4860		976	
4	6.41	1	0.236	0.236	0.236	4960	5556.667	838	840
			0.236			6010		861	
			0.236			5700		820	
8	7.67	1	0.252	0.253	0.253	5150	5246.667	780	739
			0.253			5990		781	
			0.253			4600		655	
12	8.04	1	0.274	0.274	0.274	5000	5050	623	598
			0.274			5870		644	
			0.275			4280		528	
16	6.78	2	0.144	0.147	0.294	4530	5023.333	516	529
			0.147			5180		519	
			0.15			5360		553	
20	6.67	2	0.178	0.177	0.354	5350	5400	446	448
			0.176			5470		425	
			0.177			5380		472	
24	6.71	2	0.219	0.223	0.446	5210	5450	345	363
			0.227			5620		364	
						5520		380	
29	6.57	2	0.233	0.234	0.467	5570	5710	336	321
			0.233			5580		319	
			0.235			5980		308	
33	6.78	2	0.25	0.250	0.501	5890	5676.667	267	283
			0.251			6630		296	
			0.25			4510		286	
36	6.63	2	0.278	0.276	0.551	5070	5330	243	240
			0.273			5340		245	
			0.276			5580		233	
40	6.5	2	0.28	0.279	0.558	5200	5543.333	195	200
			0.279			5910		196	
			0.278			5520		208	
44	6.48	3	0.224	0.222	0.665	5720	5793.333	195	189
			0.22			5930		191	
			0.221			5730		182	
48	6.5	3	0.225	0.224	0.672	5930	6083.333	172	168
			0.223			6250		170	
			0.224			6070		163	

53	6.35	3	0.225	0.221	0.664	5350	5560	145	143
			0.221			5680		141	
			0.218			5650		143	
57	6.37	3	0.221	0.221	0.662	5450	5583.333	112	117
			0.221			5580		118	
			0.22			5720		121	
60	6.28	3	0.237	0.236	0.708	5230	5203.333	100	98
			0.236			6090		101	
			0.235			4290		92	
64	6.81	3	0.211	0.209	0.628	5570	5730	97	97
			0.21			5890		97	
			0.207			5730		97	
68	6.31	3	0.238	0.236	0.707	5060	5033.333	82	80
			0.236			5890		86	
			0.233			4150		73	
72	6.45	4	0.24	0.241	0.964	5590	5420	73	76
			0.242			6080		76	
			0.241			4590		79	
76	6.51	3	0.248	0.249	0.747	6080	5900	72	72
			0.249			5530		73	
			0.25			6090		71	
80	6.4	3	0.27	0.271	0.813	5440	5456.667	54	59
			0.271			6290		64	
			0.272			4640		59	
85	6.43	3	0.2272	0.257	0.771	4440	5258.333	56	55
			0.273			5920		59	
			0.271			5415		50	
88	6.57	3	0.27	0.271	0.813	5920	5380	50	53
			0.272			5840		57	
			0.271			4380		51	
92	6.63	3	0.274	0.275	0.826	5240	5183.333	51	51
			0.276			6000		51	
			0.276			4310		50	
96	6.65	3	0.255	0.255	0.765	5510	5250	45	45
			0.256			5320		44	
			0.254			4920		46	
99	6.62	3	0.267	0.269	0.808	5230	5420	43	45
			0.27			5410		45	

			0.271			5620		46	
105	6.45	3	0.268	0.266	0.798	5170	5296.667	36	37
			0.265			5340		35	
			0.265			5380		39	
108	6.58	3	0.246	0.245	0.734	5150	5353.333	34	35
			0.245			5280		35	
			0.243			5630		37	
112	6.93	3	0.282	0.282	0.845	5260	5286.667	34	34
			0.285			5370		32	
			0.278			5230		36	
116	6.91	4	0.219	0.218	0.871	6130	5846.667	33	32
			0.217			5530		32	
			0.217			5880		31.5	
120	6.8	4	0.208	0.206	0.824	5840	5970	31	31
			0.206			6070		31	
			0.204			6000		30	
124	6.72	4	0.242	0.241	0.965	6000	5826.667	28	28
			0.246			5470		27	
			0.236			6010		28	
128	6.77	4	0.246	0.245	0.980	5250	5463.333	21	22
			0.246			5550		21	
			0.243			5590		23	
132	6.75	4	0.272	0.273	1.092	5850	5986.667	22	22
			0.272			6160		22	
			0.275			5950		22	
136	6.85	4	0.262	0.261	1.043	5270	5446.667	21	21
			0.264			5520		20	
			0.256			5550		22	
140	6.99	5	0.237	0.239	1.193	5950	6080	20	20
			0.239			6380		21	
			0.24			5910		20	
145	6.96	5	0.261	0.262	1.310	5480	5160	16	18
			0.262			5990		18	
			0.263			4010		20	
148	6.91	5	0.239	0.239	1.195	5800	5926.667	17	18
			0.239			6170		19	
			0.239			5810		18	



153	6.95	5	0.262	0.263	1.315	5200	5233.333	17	16
			0.263			5990		16	
			0.264			4510		16	
156	6.86	5	0.244	0.243	1.215	5650	5456.667	16.5	16
			0.242			5120		16.5	
			0.243			5600		16	
160		5	0.199	0.213	1.065	5560	5416.667	19	17
			0.217			5370		16	
			0.223			5320		17	
164	6.93	5	0.256	0.256	1.278	5790	5916.667	16	16
			0.255			6330		15	
			0.256			5630		16	
169	6.97	5	0.274	0.272	1.362	5300	5476.667	16	15
			0.272			5540		14	
			0.271			5590		15	
172	7.02	5	0.26	0.257	1.285	5190	5296.667	14	14
			0.254			5350		15	
			0.257			5350		14	
176	6.97	5	0.267	0.268	1.338	5070	5143.333	13	13
			0.268			5960		13	
			0.268			4400		14	
180	7.06	5	0.277	0.274	1.370	5410	5283.333	14	14
			0.275			5110		14	
			0.27			5330		14	

## D. 2. Iso-ε (40 L)

### D.2.1. Percobaan 1

t (h)	pH	p OD <sub>600</sub>	OD <sub>600</sub>	OD avg	OD <sub>600</sub> akhir	Io	Io rata2	Ib	Ib rata2
0	6.25	2	0.181	0.184	0.369	4840	5020	224	231
			0.188			5010		231	
			0.184			5210		238	
5	6.31	2	0.2	0.202	0.403	4920	5100	165	160
			0.202			5170		131	
			0.203			5210		185	
8	6.25	2	0.208	0.209	0.419	4910	5216.667	161	170
	6.31		0.21			5560		179	

	6.34		0.21			5180		169	
10	6.3	2	0.222	0.219	0.439	5310	5356.667	141	148
	6.29		0.218			5640		150	
	6.31		0.218			5120		154	
12	6.26	2	0.238	0.235	0.470	5310	5243.333	129	131
	6.27		0.234			5440		133	
	6.28		0.233			4980		130	
16	6.09	3	0.164	0.164	0.493	5010	5183.333	106	111
	6.09		0.166			5420		111	
	6.09		0.163			5120		117	
20	6.24	3	0.178	0.175	0.524	5020	5200	96	98
	6.2		0.174			5460		100	
	6.2		0.172			5120		98	
24	6.22	3	0.189	0.188	0.565	5050	5150	78	80
	6.22		0.189			5410		79	
	6.23		0.187			4990		82	
28	6.24	4	0.15	0.151	0.603	5160	5296.667	66	68
	6.27		0.151			5560		68	
	6.28		0.151			5170		70	
32	6.27	4	0.178	0.177	0.708	5090	5160	51	53
	6.26		0.178			5380		52	
	6.32		0.175			5010		57	
37	6.09	3	0.202	0.201	0.602	5040	5173.333	42	42
	6.1		0.2			5480		41	
	6.11		0.2			5000		44	
40	6.15	3	0.21	0.210	0.630	5120	5303.333	38	38
	6.16		0.21			5630		37	
	6.17		0.21			5160		38	
44	6.26	3	0.222	0.223	0.668	5010	5310	32	33
	6.32		0.223			5670		33	
	6.35		0.223			5250		33	
48	7.67	3	0.226	0.226	0.677	5210	5360	28	27
	7.69		0.226			5590		27	
	7.71		0.225			5280		27	
52	7.91	3	0.226	0.228	0.685	5310	5360	23	25
	7.98		0.23			5330		25	
	8.03		0.229			5440		26	

56	6.46	3	0.229	0.232	0.695	5070	5250	21	21
	6.42		0.233			5440		21	
	6.42		0.233			5240		20	
60	6.51	3	0.247	0.247	0.741	5040	5166.667	18	18
	6.49		0.247			5450		17	
	6.49		0.247			5010		18	
64	6.36	3	0.255	0.256	0.768	4800	5066.667	15	15
	6.33		0.256			5100		15	
	6.33		0.257			5300		15	
68	6.38	3	0.25	0.250	0.750	5150	5223.333	13	13
	6.35		0.251			5420		13	
	6.36		0.249			5100		13	
72	6.44	3	0.246	0.247	0.740	5090	5230	11	11
	6.39		0.246			5410		11	
	6.38		0.248			5190		11	
78	6.45	3	0.267	0.267	0.802	5070	5256.667	8	8
	6.44		0.267			5480		8	
	6.44		0.268			5220		8	
81	6.42	3	0.266	0.266	0.798	5040	5163.333	7	7
	6.4		0.267			5440		7	
	6.41		0.265			5010		7	
84	6.53	3	0.266	0.267	0.800	5020	5113.333	5	6
	6.52		0.267			5310		6	
	6.52		0.267			5010		7	
88	6.51	3	0.272	0.270	0.811	5090	5103.333	4	5
	6.5		0.27			5210		5	
	6.51		0.269			5010		5	
92	6.51	3	0.283	0.284	0.851	5010	5123.333	4	5
	6.49		0.283			5240		5	
	6.5		0.285			5120		5	
96	6.55	3	0.277	0.277	0.831	5200	5290	4	4
	6.54		0.277			5440		4	
	6.55		0.277			5230		4	
100	6.6	3	0.297	0.291	0.874	5120	5223.333	3	3
	6.59		0.288			5310		3	
	6.59		0.289			5240		3	
104	6.52	4	0.228	0.227	0.908	5210	5386.667	3	3
	6.51		0.227			5580		3	

	6.51		0.226			5370		3	
108	6.5	4	0.218	0.216	0.865	5000	5183.333	2	2
	6.49		0.216			5310		2	
	6.49		0.215			5240		2	
112	6.45	4	0.231	0.230	0.921	5260	5420	2	2
	6.43		0.233			5430		2	
	6.44		0.227			5570		2	
116	6.41	4	0.228	0.227	0.908	5550	5343.333	2	2
	6.4		0.227			5530		2	
	6.41		0.226			4950		2	
120	6.33	4	0.232	0.229	0.917	5060	5336.667	2	2
	6.34		0.228			5470		2	
	6.34		0.228			5480		2	
124	6.42	4	0.242	0.243	0.971	5060	5313.333	1	1
	6.43		0.243			5410		1	
	6.44		0.243			5470		1	
128	6.47	4	0.242	0.242	0.969	5280	5166.667	1	1
	6.46		0.243			5260		1	
	6.46		0.242			4960		1	
134	6.58	4	0.254	0.255	1.019	5580	5263.333	1	1
	6.56		0.256			5210		1	
	6.54		0.254			5000		1	
136	6.58	4	0.263	0.260	1.040	5150	5300	1	1
	6.57		0.26			5600		1	
	6.58		0.257			5150		1	
140	6.6	4	0.255	0.255	1.021	5360	5493.333	1.5	2
	6.59		0.254			5630		2	
	6.59		0.257			5490		2	
148	6.66	5	0.208	0.206	1.030	5100	5223.333	0	0
	6.66		0.204			5520		0	
	6.69		0.206			5050		0	
152	6.76	5	0.212	0.213	1.067	5140	5336.667	0	0
	6.72		0.214			5620		0	
	6.74		0.214			5250		0	
156	6.64	5	0.215	0.211	1.057	5030	5303.333	0	0
	6.64		0.21			5590		0	
	6.66		0.209			5290		0	

160	6.66	5	0.224	0.224	1.122	4960	5283.333	0	0
	6.68		0.226			5620		0	
	6.68		0.223			5270		0	
164	6.54	6	0.22	0.216	1.296	5270	5313.333	0	0
	6.53		0.214			5370		0	
	6.53		0.214			5300		0	
169	6.56	6	0.232	0.233	1.396	5250	5283.333	0	0
	6.58		0.233			5440		0	
	6.58		0.233			5160		0	
172	6.53	6	0.201	0.201	1.204	5660	5290	0	0
	6.54		0.199			5290		0	
	6.55		0.202			4920		0	
176	6.56	5	0.214	0.215	1.075	4620	4903.333	0	0
	6.58		0.215			5600		0	
	6.59		0.216			4490		0	
180	6.58	5	0.229	0.230	1.152	5020	5310	0	0
	6.6		0.231			5620		0	
	6.62		0.231			5290		0	

### D.2.2. Percobaan 2

t (h)	pH	p OD <sub>600</sub>	OD <sub>600</sub>	OD avg	OD <sub>600</sub> akhir	Io	Io rata2	Ib	Ib rata2
0	6.2	2	0.164	0.163	0.327	5090	5190	501	478
	6.19		0.164			5440		470	
	6.2		0.162			5040		464	
4	6.24	2	0.172	0.173	0.345	4790	5023.333	418	391
	6.25		0.174			5230		379	
	6.25		0.172			5050		376	
8	6.25	2	0.173	0.171	0.343	4940	5026.667	365	341
			0.171			5310		331	
			0.17			4830		326	
12	6.23	2	0.188	0.188	0.376	4800	5006.667	284	295
	6.22		0.187			5160		296	
	6.22		0.189			5060		306	
16	6.27	2	0.2	0.202	0.403	4890	5100	277	265
	6.22		0.203			5290		259	
	6.22		0.202			5120		258	

20	6.27	2	0.217	0.217	0.433	5080	5043.333	248	237
	6.25		0.217			5320		240	
	6.24		0.216			4730		223	
24	6.19	2	0.226	0.227	0.454	4960	5136.667	220	206
	6.18		0.228			5420		201	
	6.19		0.227			5030		196	
28	5.72	2	0.237	0.235	0.471	4940	5046.667	166	169
	5.71		0.233			5220		163	
	5.71		0.236			4980		179	
32	6.36	2	0.253	0.252	0.505	4800	4923.333	147	147
	6.35		0.252			5080		142	
	6.38		0.252			4890		152	
36	6.28	2	0.265	0.265	0.529	5130	5136.667	139	139
	6.3		0.265			5380		139	
	6.31		0.264			4900		139	
40	6.27	2	0.281	0.281	0.563	5070	5236.667	126	124
	6.28		0.282			5470		123	
	6.28		0.281			5170		123	
44	6.58	3	0.186	0.185	0.556	5240	5256.667	113	112
	6.6		0.185			5430		114	
	6.61		0.185			5100		110	
48	6.6	3	0.205	0.209	0.627	5020	5183.333	81	77
	6.59		0.209			5450		74	
	6		0.213			5080		77	
52	6.46	3	0.212	0.213	0.640	5050	5136.667	81	77
	6.45		0.215			5430		74	
	6.45		0.213			4930		77	
56	6.56	3	0.226	0.226	0.677	4670	4846.667	70	71
	6.55		0.226			5180		76	
	6.55		0.225			4690		68	
60	6.54	3	0.231	0.231	0.693	4890	5060	63	59
	6.53		0.231			5310		57	
	6.53		0.231			4980		58	
64	6.59	3	0.241	0.241	0.723	5000	5060	53	51
	6.58		0.24			5360		50	
	6.59		0.242			4820		49	
68	6.82	3	0.244	0.247	0.740	5020	5130	46	43
	6.83		0.247			5380		42	

	6.84		0.249			4990		42	
72	6.69	3	0.247	0.247	0.742	5100	5046.667	37	35
	6.68		0.246			5390		34	
	6.68		0.249			4650		34	
76	6.62	3	0.26	0.261	0.783	4890	5083.333	32	29
	6.6		0.262			5270		28	
	6.6		0.261			5090		28	
80	6.45	3	0.264	0.264	0.792	4870	5046.667	26	24
	6.47		0.265			5300		24	
	6.5		0.263			4970		23	
84		3	0.271	0.272	0.815	4920	5083.333	20	21
			0.272			5360		20	
			0.272			4970		22	
88		3	0.268	0.269	0.806	4920	5060	16	16
			0.269			5360		15	
			0.269			4900		17	
91.5	6.47	3	0.279	0.279	0.837	4850	5043.333	16	15
	6.47		0.279			5290		15	
	6.47		0.279			4990		14	
96.5	6.78	3	0.289	0.289	0.866	5010	5143.333	13	12
	6.78		0.289			5410		12	
	6.79		0.288			5010		11	
100	6.71	3	0.289	0.288	0.863	4840	4973.333	11	10
	6.7		0.288			5230		10	
	6.71		0.286			4850		10	
104	6.65	4	0.221	0.224	0.897	5010	5110	9	9
	6.64		0.225			5360		9	
	6.65		0.227			4960		9	
108	6.79	4	0.231	0.231	0.924	5050	5090	8	7
	6.81		0.232			5250		7	
	6.82		0.23			4970		7	
112	6.41	4	0.234	0.235	0.940	5210	5146.667	7	7
	6.42		0.235			5370		7	
	6.44		0.236			4860		7	
116	6.74	4	0.246	0.246	0.985	4870	5110	6	6
	6.73		0.246			5530		6	
	6.73		0.247			4930		6	

120	6.71	4	0.239	0.239	0.957	5020	5193.333	5	5
	6.71		0.24			5470		5	
	6.73		0.239			5090		5	
124	6.7	4	0.246	0.246	0.985	4810	5050	5	4
	6.71		0.248			5390		4	
	6.7		0.245			4950		4	
128	6.66	4	0.247	0.247	0.989	4890	5070	4	4
	6.65		0.248			5220		4	
	6.65		0.247			5100		4	
132	6.82	4	0.248	0.248	0.991				0
	6.83		0.25						
	6.84		0.245						
136	6.73	4	0.248	0.249	0.996	5060	5220	3	3
	6.74		0.25			5500		3	
	6.75		0.249			5100		3	
140	6.7	4	0.253	0.254	1.016	5100	5236.667	3	3
	6.7		0.254			5480		3	
	6.7		0.255			5130		3	
144	6.74	4	0.247	0.247333	0.98933	4890	5093.333	2	2
	6.73		0.246			5490		2	
	6.73		0.249			4900		2	
148	6.69	4	0.251	0.252333	1.00933	4890	5030	2	2
	6.7		0.251			5330		2	
	6.69		0.255			4870		2	
152		4	0.257	0.256667	1.02667		0		0
			0.255						
			0.258						
156	6.68	4	0.265	0.264333	1.05733	5120	5173.333	2	2
	6.67		0.263			5300		2	
	6.67		0.265			5100		1	
160	6.93	4	0.262	0.262333	1.04933	5120	5210	1	1
	6.93		0.262			5440		1	
	6.94		0.263			5070		1	
164	6.56	4	0.27	0.269333	1.07733	5010	5183.333	1	1
	6.58		0.269			5490		1	
	6.6		0.269			5050		1	
168	6.41	4	0.272	0.273	1.092	4950	5000	1	1
	6.44		0.272			5080		1	



	6.46		0.275			4970		1	
176	6.65	4	0.278	0.278333	1.11333	4950	5010	1	1
	6.68		0.28			5300		1	
	6.7		0.277			4780		1	
180	6.45	5	0.24	0.242	1.21	5090	5216.667	1	1
	6.48		0.244			5450		1	
	6.42		0.242			5110		1	

### D. 3. Iso-k<sub>La</sub> (40 L)

#### D.3.1. Percobaan 1

t (h)	pH	P OD <sub>600</sub>	OD <sub>600</sub>	OD avg	OD <sub>600</sub> akhir	Io	Io rata2	Ib	Ib rata2
0	6.04	2	0.163	0.161	0.322	4940	5200	520	525
	6.02		0.159			5650		549	
	6.02		0.161			5010		506	
4	6.08	2	0.169	0.169	0.337	5680	5020	539	477
	6.07		0.168			4530		472	
	6.07		0.169			4850		419	
12	6.03	2	0.187	0.189	0.378	4870	5063.333	310	323
	6.02		0.19			5460		320	
	6.02		0.19			4860		340	
16	6.15	2	0.207	0.207	0.413	4770	5060	262	262
	6.16		0.207			5370		267	
	6.17		0.206			5040		258	
20	6.12	2	0.216	0.216	0.432	4680	4986.667	225	231
	6.1		0.216			5410		245	
	6.1		0.216			4870		222	
24	6.12	2	0.223	0.223	0.445	5010	5106.667	180	188
	6.1		0.222			5370		197	
	6.1		0.223			4940		186	
28	6.27	2	0.226	0.226	0.451	5050	5133.333	183	182
	6.26		0.226			5550		190	
	6.27		0.225			4800		174	
32	6	2	0.238	0.239	0.477	4620	4986.667	159	161
	5.96		0.239			5500		169	
	5.96		0.239			4840		154	
36	7.32	2	0.256	0.254	0.508	4810	5066.667	142	143
	7.31		0.253			5500		146	
	7.31		0.253			4890		142	

40	6.26	2	0.277	0.278	0.555	4650	5020	135	136
	6.26		0.278			4880		140	
	6.27		0.278			5530		133	
44	6.21	2	0.282	0.281	0.562	5130	5140	122	123
	6.18		0.282			5250		129	
	6.2		0.279			5040		117	
48	6.13	3	0.194	0.195	0.586	4650	5046.667	113	116
	6.1		0.195			5540		122	
	6.11		0.197			4950		112	
52	6.22	3	0.208	0.209	0.627	4800	5106.667	96	100
	6.23		0.209			5510		106	
	6.24		0.21			5010		98	
60	6.11	3	0.24	0.240	0.720	4740	5016.667	67	74
	6.12		0.24			5240		79	
	6.12		0.24			5070		76	
64	6.22	3	0.245	0.245	0.736	4780	4936.667	63	65
	6.22		0.246			5260		70	
	6.22		0.245			4770		63	
68	6.32	2.6666667	0.25	0.251	0.752	4710	4960	58	60
	6.31		0.252			5300		66	
	6.33		0.25			4870		57	
72	6.29	3	0.26	0.261	0.782	4770	5056.667	51	55
	6.29		0.261			5320		59	
	6.29		0.261			5080		55	
76	6.23	3	0.267	0.267	0.800	4940	5086.667	47	50
	6.25		0.267			5340		54	
	6.26		0.266			4980		49	
80	6.23	3	0.29	0.290	0.869	4830	5026.667	42	44
	6.23		0.29			5340		47	
	6.23		0.289			4910		43	
84	6.23	3	0.225	0.224	0.897	4970	5070	36	38
	6.23		0.224			5380		41	
	6.23		0.224			4860		37	
88	6.2	3	0.223	0.222	0.888	4750	5010	31	33
	6.19		0.223			5200		36	
	6.19		0.22			5080		31	
92	6.28	3	0.237	0.237	0.948	4730	4946.667	29	30
	6.28		0.237			5200		32	

	6.28		0.237			4910		30	
96	6.32	3	0.225	0.226	0.905	4900	5026.667	26	28
	6.31		0.226			5290		31	
	6.31		0.228			4890		28	
100	6.43	3	0.234	0.234	0.937	4710	5013.333	24	26
	6.43		0.234			5460		28	
	6.44		0.235			4870		26	
108	6.4	3	0.241	0.240	0.960	4880	5110	19	21
	6.41		0.241			5410		23	
	6.43		0.238			5040		21	
112	6.39	3	0.24	0.240	0.959	5010	5063.333	16	18
	6.41		0.239			5230		20	
	6.42		0.24			4950		18	
116	6.44	4	0.253	0.253	1.012	4790	4956.667	15	16
	6.42		0.253			5250		17	
	6.43		0.253			4830		16	
120	6.42	4	0.284	0.284	1.135	4830	5000	14	15
	6.43		0.283			5190		16	
	6.43		0.284			4980		15	
124	6.41	4	0.263	0.264	1.055	5040	5086.667	12	14
	6.4		0.264			5400		15	
	6.42		0.264			4820		14	
128	6.39	4	0.265	0.262	1.047	4900	5040	10	11
	6.39		0.26			5290		12	
	6.4		0.26			4930		12	
132	6.36	4	0.282	0.281	1.125	4820	4960	9	10
	6.36		0.281			5350		10	
	6.37		0.281			4710		11	
136	6.43	4	0.273	0.276	1.103	4900	5190	8	9
	6.43		0.277			5440		10	
	6.43		0.277			5230		9	
140	7.91	4	0.264	0.265	1.060	4840	4956.667	7	8
	7.95		0.266			5140		8	
	7.98		0.265			4890		8	
144	6.66	4	0.289	0.288	1.151	4720	4930	7	8
	6.68		0.288			5240		8	
	6.69		0.286			4830		8	

148	6.53	4	0.293	0.295	1.181	4840	5096.667	7	7
	6.54		0.297			5530		8	
	6.56		0.296			4920		6	
156	7.18	5	0.248	0.250	1.250	4930	4996.667	5	6
	8.17		0.25			5150		6	
	8.15		0.252			4910		6	
160	8.22	5	0.248	0.247	1.237	4970	5086.667	6	6
	8.27		0.247			5320		6	
	8.3		0.247			4970		5	
164	6.67	5	0.252	0.249	1.245	5040	5113.333	5	5
	6.66		0.248			5410		6	
	6.67		0.247			4890		5	
168	6.51	5	0.252	0.252	1.262	5060	5090	4	4
	6.52		0.252			5410		5	
	6.52		0.253			4800		4	
172	6.57	5	0.259	0.259	1.295	4880	5096.667	4	4
	6.58		0.259			5370		4	
	6.62		0.259			5040		4	
180	6.61	5	0.251	0.252	1.262	4970	5036.667	3	3
	6.61		0.253			5350		4	
	6.63		0.253			4790		3	

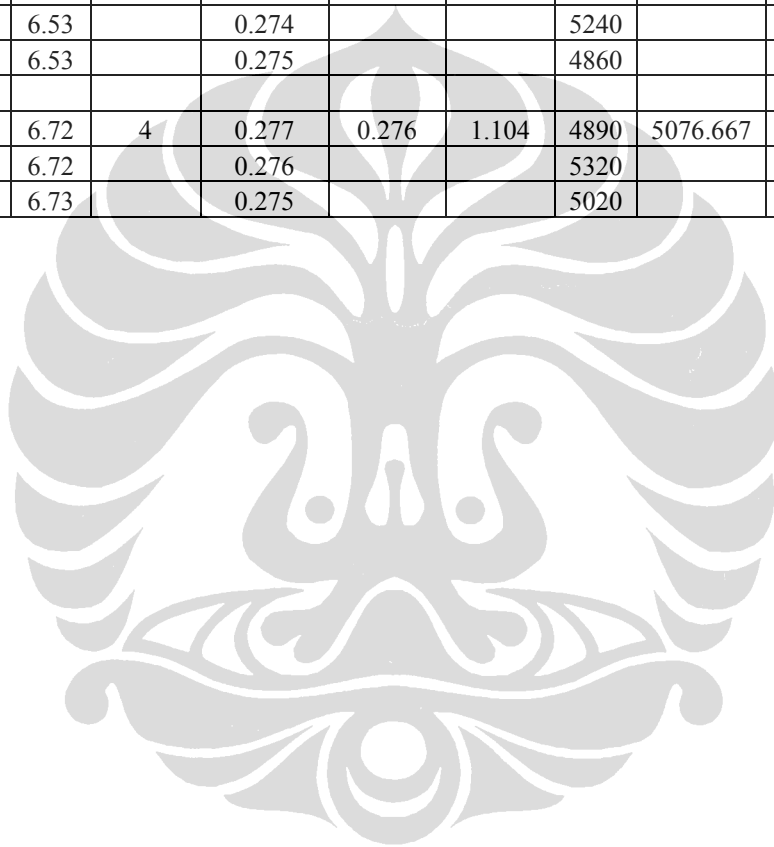
### D.3.2. Percobaan 2

t (h)	pH	p OD <sub>600</sub>	OD <sub>600</sub>	OD avg	OD <sub>600</sub> akhir	Io	Io rata2	Ib	Ib rata2
0	6.14	2	0.177	0.177	0.354	5030	5106.667	407	398
	6.13		0.177			5430		395	
	6.13		0.177			4860		393	
4	6.16	2	0.185	0.185	0.370	4830	4983.333	357	344
	6.16		0.186			5220		332	
	6.18		0.184			4900		342	
8	6.23	2	0.199	0.199	0.399				0
	6.16		0.198						
	6.2		0.201						
12	6.18	2	0.207	0.209	0.419	4790	4960	276	268
	6.18		0.212			5140		280	
	6.19		0.209			4950		249	

16	6.22	2	0.226	0.224	0.449	4830	4996.667	255	243
	6.23		0.224			5230		244	
	6.24		0.223			4930		230	
20	6.21	2	0.241	0.241	0.481	4930	5056.667	213	213
	6.21		0.24			5330		219	
	6.23		0.241			4910		207	
24	6.23	2	0.25	0.250	0.501	4810	5053.333	189	187
	6.23		0.25			5350		187	
	6.26		0.251			5000		185	
28	6.18	2	0.263	0.262	0.525	4820	4983.333	162	158
	6.21		0.262			5220		153	
	6.24		0.262			4910		159	
32	7.93	2	0.293	0.295	0.590	5010	4980		0
	7.93		0.296			5120			
	7.94		0.296			4810			
36	6.41	2	0.269	0.270	0.539	4950	4993.333	130	125
	6.42		0.27			5150		127	
	6.44		0.27			4880		117	
40	6.42	2	0.284	0.283	0.567	4980	5056.667	119	118
	6.42		0.282			5310		120	
	6.43		0.284			4880		115	
48	8.13	3	0.205	0.206	0.617	4860	5006.667	98	97
	8.14		0.205			5300		99	
	8.15		0.207			4860		95	
52	8.37	3	0.21	0.211	0.632	5100	5126.667	89	87
	8.43		0.211			5330		88	
	8.47		0.211			4950		83	
56	6.41	3	0.22	0.219	0.656	5010	5010	74	74
	6.39		0.22			5250		74	
	6.41		0.216		0.000	4770		75	
60	6.44	3	0.213	0.213	0.639	5130	5143.333	7	53
	6.47		0.213			5310		74	
	6.48		0.213			4990		77	
64	6.47	3	0.268	0.268	0.716	4970	5040	61	61
	6.47		0.268			5290		63	
	6.49		0.269			4860		58	
72	6.47	3	0.231	0.233	0.699	4920	5070	50	48
	6.48		0.234			5300		50	

	6.49		0.234			4990		45	
76	6.46	3	0.233	0.231	0.693	4980	5036.667	42	41
	6.45		0.229			5250		43	
	6.45		0.231			4880		39	
84	6.39	3	0.245	0.246	0.737	5100	5056.667	35	34
	6.41		0.247			5370		34	
	6.45		0.245			4700		32	
96	6.52	4	0.267	0.268	0.804	5010	5083.333	21	22
	6.55		0.267			5350		23	
	6.55		0.27			4890		22	
100	8.2	4	0.269	0.269	0.807	4720	4973.333	21	21
	8.23		0.268			5340		22	
	8.25		0.27			4860		21	
104	6.48	4	0.28	0.280	0.840	4840	4960	18	19
	6.48		0.28			4820		20	
	6.49		0.28			5220		18	
108	6.4	4	0.277	0.277	0.830	4840	4966.667	16	16
	6.42		0.276			5130		16	
	6.44		0.277			4930		15	
112	6.46	4	0.286	0.283	0.849	4880	4976.667	15	15
	6.46		0.282			5190		15	
	6.48		0.281			4860		15	
120	6.45	4	0.283	0.283	0.849	5090	5093.333	11	12
	6.45		0.282			5330		12	
	6.46		0.284			4860		12	
124	6.47	4	0.292	0.291	0.873	4850	4990	10	10
	6.47		0.29			5200		10	
	6.48		0.291			4920		10	
128	6.46	4	0.249	0.250	0.999	4930	4990	9	9
	6.46		0.25			5230		9	
	6.47		0.25			4810		9	
132	6.5	4	0.241	0.241	0.964	5020	5056.667	9	8
	6.5		0.241			5220		8	
	6.49		0.241			4930		8	
136	6.46	4	0.237	0.237	0.949	4850	5000	7	7
	6.46		0.237			5080		7	
	6.47		0.238			5070		7	

144	6.56	4	0.235	0.236	0.943	4900	5010	5	5
	6.57		0.237			5230		5	
	6.59		0.235			4900		6	
156	6.83	4	0.258	0.258	1.033	4960	5053.333	4	4
	6.82		0.26			5360		4	
	6.83		0.257			4840		4	
172	6.55	4	0.264	0.264	1.056	4930	5020	2	2
	6.54		0.267			5270		2	
	6.55		0.261			4860		2	
176	6.55	4	0.276	0.275	1.100	4980	5026.667	2	2
	6.53		0.274			5240		2	
	6.53		0.275			4860		2	
180	6.72	4	0.277	0.276	1.104	4890	5076.667	2	2
	6.72		0.276			5320		2	
	6.73		0.275			5020		2	



**LAMPIRAN E**  
**Data Pertumbuhan,  $\text{HCO}_3^-$  dan It**

**E.1. Acuan (18 L)**

t (h)	N sel (sel/dm <sup>3</sup> )	X (gr/dm <sup>3</sup> )	$\mu\text{N}$	$\mu\text{X}$	$[\text{HCO}_3^-]$	It(W/m <sup>2</sup> ) = $I_p/\alpha$
0	1635473	0.0011666	0.02189	0.02189	0.00017	2.548256579
4	1665360	0.001188	0.01723	0.01723	0.00021	2.303717105
8	1762886	0.0012575	0.0174	0.0174	0.00265	1.971195175
12	1859625.5	0.0013265	0.01752	0.01752	0.00743	1.651611842
16	2016139	0.0014382	0.01789	0.01789	0.00054	1.411600877
24	2370850.5	0.0016912	0.02077	0.02077	0.00039	1.138596491
36	3048813.5	0.0021748	0.02057	0.02057	0.00033	0.630109649
44	3281617.5	0.0023409	0.01934	0.01934	0.00029	0.494901316
48	2899378.5	0.0020682	0.01623	0.01623	0.0004	0.44314693
60	3738574	0.0026668	0.01672	0.01672	0.00023	0.271710526
64	3650486	0.002604	0.01529	0.01529	0.00048	0.254890351
68	3946996.5	0.0028155	0.0156	0.0156	0.00027	0.208958333
72	4591140	0.003275	0.01692	0.01692	0.0003	0.195372807
76	3991040.5	0.0028469	0.01442	0.01442	0.00036	0.181787281
92	4558107	0.0032514	0.01344	0.01344	0.00041	0.120975877
96	4685520	0.0033423	0.013	0.013	0.00038	0.108684211
108	4875853	0.0034781	0.01188	0.01188	0.00032	0.082160088
112	4819225	0.0034377	0.01169	0.01169	0.00061	0.078278509
116	4809000.5	0.0034304	0.01136	0.01136	0.00076	0.072779605
124	5464941.5	0.0038983	0.0116	0.0116	0.00049	0.061458333
128	5550670	0.0039595	0.01138	0.01138	0.00057	0.048843202
132	5968301.5	0.0042574	0.01161	0.01161	0.00049	0.048519737
136	5588422	0.0039864	0.01088	0.01088	0.00057	0.045932018
140	6387506	0.0045564	0.01147	0.01147	0.00068	0.043344298
148	5971447.5	0.0042596	0.01053	0.01053	0.00078	0.038815789
156	6622669.5	0.0047241	0.01058	0.01058	0.0006	0.033963816
160	6561322.5	0.0046804	0.01015	0.01015	0.00042	0.03558114
164	7310070.5	0.0052145	0.01062	0.01062	0.00059	0.032346491
172	7100861.5	0.0050653	0.01027	0.01027	0.00059	0.029111842
176	7115805	0.0050759	0.01008	0.01008	0.00081	0.003881579
180	6736712	0.004805	0.0096	0.0096	0.0028	0



## E.2. Iso-ε (40 L)

t (h)	N sel (sel/dm <sup>3</sup> )	X (gr/dm <sup>3</sup> )	μN	μX	[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] ]	It(W/m <sup>2</sup> ) = I <sub>b</sub> /α
0	1607159	0.0011464	0.0252	0.0252	0.00018	1.505121925
8	1762886	0.001258	0.0207	0.0207	0.0002	1.082867325
12	1962657	0.0014	0.0215	0.0215	0.0002	0.903921908
16	2081418.5	0.001485	0.0207	0.0207	0.0002	0.797827787
20	2225348	0.001587	0.0202	0.0202	0.0002	0.710830608
24	2370850.5	0.001691	0.0198	0.0198	0.0002	0.605443782
28	2499050	0.001783	0.0191	0.0191	0.0001	0.503593426
32	2827807	0.002017	0.02	0.02	0.0002	0.425083777
40	2780617	0.001983	0.017	0.017	0.0002	0.343037657
44	2854548	0.002036	0.0163	0.0163	0.0003	0.30767295
48	3043308	0.002171	0.0163	0.0163	0.0028	0.222090359
52	3092857.5	0.002206	0.0156	0.0156	0.0053	0.216432006
56	3203754	0.002285	0.0152	0.0152	0.0003	0.195213182
60	3350043	0.00239	0.015	0.015	0.0004	0.163384946
64	3484534.5	0.002486	0.0148	0.0148	0.0003	0.139336945
68	3482175	0.002484	0.014	0.014	0.0005	0.119532709
72	3463299	0.00247	0.0133	0.0133	0.0004	0.097606591
84	3777112.5	0.002694	0.0126	0.0126	0.0002	0.056583531
88	3781831.5	0.002698	0.0122	0.0122	0.0002	0.043852237
100	4064971.5	0.0029	0.0115	0.0115	0.0005	0.028291766
104	4226204	0.003015	0.0115	0.0115	0.0004	0.025462589
108	4188452	0.002988	0.011	0.011	0.0005	0.019804236
112	4358336	0.003109	0.011	0.011	0.0003	0.019096942
116	4433840	0.003163	0.0108	0.0108	0.0004	0.016975059
120	4389796	0.003131	0.0104	0.0104	0.0004	0.014853177
124	4581702	0.003268	0.0104	0.0104	0.0004	0.011316706
128	4587994	0.003273	0.0101	0.0101	0.0004	0.010609412
136	4770462	0.003403	0.0099	0.0099	0.0005	0.00848753
140	4773608	0.003405	0.0096	0.0096	0.0005	0.010255765
148	4778327	0.003409	0.0092	0.0092	0.0005	0.004243765
152	4905740	0.003499	0.0091	0.0091	0.0003	0.004243765
156	4954503	0.003534	0.0089	0.0089	0.0005	0
160	5088994.5	0.00363	0.0089	0.0089	0.0007	0.003536471
164	5566400	0.003971	0.0092	0.0092	0.0004	0.002121882
176	5039445	0.003595	0.0078	0.0078	0.0004	0.002121882
180	5401235	0.003853	0.008	0.008	0.0004	0.002121882

## E.3. Iso-kLa (40 L)

t (h)	N sel (sel/dm <sup>3</sup> )	X (gr/dm <sup>3</sup> )	$\mu N$	$\mu X$	[HCO <sub>3</sub> -] ]	It(W/m <sup>2</sup> ) = I <sub>b</sub> /α
0	1561542	0.001114	0.0342	0.0342	0.0001	1.959204762
4	1635473	0.001167	0.0258	0.0258	0.0001	1.740650873
12	1799065	0.001283	0.0225	0.0225	0.0002	1.255447095
16	1929624	0.001376	0.0219	0.0219	0.0002	1.072257913
20	2121530	0.001513	0.0206	0.0206	0.0002	0.941408497
24	2198607	0.001568	0.0192	0.0192	0.0002	0.794998611
28	2269392	0.001619	0.018	0.018	0.0002	0.722147315
32	2484893	0.001773	0.0183	0.0183	0.0047	0.340915774
36	2437703	0.001739	0.0167	0.0167	0.0013	0.568664487
40	2613879	0.001865	0.0169	0.0169	0.0002	0.538958133
48	2804998.5	0.002001	0.0157	0.0157	0.0074	0.451960954
52	2937130.5	0.002095	0.0155	0.0155	0.0128	0.396084717
60	3173080.5	0.002263	0.0149	0.0149	0.0002	0.268771772
64	3391465.333	0.002419	0.015	0.015	0.0003	0.267357184
72	3460939.5	0.002469	0.0138	0.0138	0.0003	0.219261183
76	3489253.5	0.002489	0.0133	0.0133	0.0003	0.193798594
84	3822729.5	0.002727	0.0131	0.0131	0.0002	0.15206824
96	3999692	0.002853	0.0121	0.0121	0.0003	0.106801415
100	4082274.5	0.002912	0.0118	0.0118	0.0093	0.100435768
108	4190025	0.002989	0.0113	0.0113	0.0003	0.077802355
112	4231709.5	0.003019	0.011	0.011	0.0003	0.07002212
120	4357549.5	0.003108	0.0107	0.0107	0.0003	0.056583531
124	4703609.5	0.003355	0.0109	0.0109	0.0003	0.050217884
128	4811360	0.003432	0.0108	0.0108	0.0003	0.043144942
132	4896302	0.003493	0.0105	0.0105	0.0003	0.038901178
136	4808214	0.00343	0.0101	0.0101	0.0003	0.033950119
144	4905740	0.003499	0.0097	0.0097	0.0004	0.027584471
156	5354045	0.003819	0.0095	0.0095	0.0012	0.02051153
172	5513704.5	0.003933	0.0088	0.0088	0.0004	0.012731294
180	5548310.5	0.003958	0.0085	0.0085	0.0005	0.011316706

## LAMPIRAN F

### Energi Cahaya (E)

Energi cahaya yang digunakan selama kultivasi

$$E_x = \frac{\int_0^t I_t dt}{\Delta X . s}$$

Energi cahaya total yang diterima oleh medium kultur selama pertumbuhan adalah

$$E = \frac{\int (I_i - I_t) dt}{\Delta X . s}, I_i = 5000 \text{ lux. } \alpha. 2,95 \cdot 10$$

Integral  $I_t$  dan integral  $(I_i - I_t)$  diambil dari data di lampiran E yang dijumlahkan menggunakan metode trapezoidal, simpson 1/3/ rule dan 3/8 rule sesuai dengan interval waktu yang ada.

Hasil yang didapat :

Sistem	Ex		E	
	Perc.1	Perc.2	Perc. 1	Perc.2
Acuan 18 L	15680,38	76848,1	3988556,6	159214,3
Iso-ε	9309,4	27533,18	5307164,03	4225303,06
Iso-kLa	82479,4	179511,8	179511,8	5912388,7

Hasil diatas dirata-ratakan dan hasilnya ada di Bab 4.