

## LAMPIRAN A DATA PENGAMATAN

### 1. Hasil Analisa Logam Cu dan Zn Sebelum dan Sesudah dilewatkan Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit

**Tabel 1** Hasil Data Pengamatan

No.	Konsentrasi NaOH	Massa Silika (gram)	Waktu (menit)	Logam Cu	Logam Zn	SEM
			0	22.505	3.936	
1	4 M	4	10	1.746	0.204	
			20	2.371	0.709	
			30	3.169	0.765	
			40	3.767	0.810	
			50	8.452	1.061	
			60	11.105	1.113	
2	8 M	4	10	1.110	1.448	
			20	1.187	1.547	
			30	2.386	1.566	
			40	2.406	1.813	
			50	2.565	1.825	
			60	2.937	2.721	

Keterangan : Sampel Logam Cu (artificial)

Sampel Logam Zn (Limbah Cair Kelapa Sawit PT GBS)

**2. Hasil Perhitungan Penentuan Nilai Fluks dan Rejeksi Pada Mebran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit**

**Tabel 2** Analisa Perhitungan Penentuan Nilai Fluks Pada Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit

Waktu (menit)	Volume Permeat (mL)		Nilai Fluks (L/m <sup>2</sup> .jam)	
	Konsentrasi NaOH		Konsentrasi NaOH	
	4M	8M	4M	8M
3	61	32	128,441	67,379
6	34	30	100,016	65,273
9	22	27	82,118	62,466
12	23	23	73,696	58,957
15	21	21	67,800	56,009
18	19	20	63,168	53,693
21	18	15	59,558	50,534
24	16	14	56,325	47,902
27	16	14	53,810	45,855
30	14	10	51,377	43,375

**Tabel 3** Hasil Penentuan Rejeksi Pada Mebran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit

Waktu (menit)	Rejeksi Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit (%)			
	Konsentrasi NaOH			
	4M		8M	
	Logam Cu	Logam Zn	Logam Cu	Logam Zn
10	92,242	99,094	95,068	93,566
20	89,465	96,850	94,726	93,126
30	85,919	96,601	89,398	93,042
40	83,261	96,401	89,309	91,944
50	62,444	95,285	88,603	91,891
60	50,655	95,054	86,950	87,909

**3. Hasil Persamaan Adsorpsi Langmuir dan Freundlich pada Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit**

**Tabel 4** Hasil Persamaan Adsorpsi Langmuir dan Freundlich (Logam Cu) pada Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit

t	Ce		q <sub>e</sub>		Ce/q <sub>e</sub>		Log q <sub>e</sub>		Log Ce	
	4M	8M	4M	8M	4M	8M	4M	8M	4M	8M
10	20.759	21.395	2.619	1.665	7.926	12.850	0.418	0.221	1.317	1,330
20	20.134	21.318	3.557	1.781	5.661	11.973	0.551	0.251	1.304	1,329
30	19.336	20.119	4.754	3.579	4.068	5.621	0.677	0.554	1.286	1,304
40	18.738	20.099	5.651	3.609	3.316	5.569	0.752	0.557	1.273	1,303
50	14.053	19.940	12.678	3.848	1.108	5.183	1.103	0.585	1.148	1,300
60	11.400	19.568	16.658	4.406	0.684	4.442	1.222	0.644	1.057	1,292

**Tabel 5** Hasil Persamaan Adsorpsi Langmuir dan Freundlich (Logam Zn) pada Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit

t	Ce		q <sub>e</sub>		Ce/q <sub>e</sub>		Log q <sub>e</sub>		Log Ce	
	4M	8M	4M	8M	4M	8M	4M	8M	4M	8M
10	3.732	2.488	0.306	2.172	12.196	1.145	-0.514	0.337	0.572	0.396
20	3.227	2.389	1.064	2.321	3.034	1.030	0.027	0.366	0.509	0.378
30	3.171	2.37	1.148	2.349	2.763	1.009	0.060	0.371	0.501	0.375
40	3.126	2.123	1.215	2.720	2.573	0.781	0.085	0.434	0.495	0.327
50	2.875	2.111	1.592	2.738	1.806	0.771	0.202	0.437	0.459	0.324
60	2.823	1.215	1.670	4.082	1.691	0.298	0.223	0.611	0.451	0.085

**Tabel 6** Hasil Persamaan Langmuir dan Freundlich Pada Membran Silika dari Fly Ash

Persamaan	Konsentrasi NaOH			
	4M		8M	
	Logam Cu	Logam Zn	Logam Cu	Logam Zn
K <sub>L</sub>	11.572	77.331	18.844	4.624
K <sub>F</sub>	0.003	19.993	0.805	1.994

**4. Hasil Persamaan Kinetika Adsorpsi pada Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit**

**Tabel 7** Hasil Persamaan Kinetika Adsorpsi (Logam Cu) pada Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit

t	q <sub>e</sub>		q <sub>t</sub>		q <sub>e</sub> -q <sub>t</sub>		Ln (q <sub>e</sub> -q <sub>t</sub> )		t/q <sub>t</sub>	
	4M	8M	4M	8M	4M	8M	4M	8M	4M	8M
10	17.100	29.352	2.619	1.665	14.481	27.687	2.673	3.321	3.818	6.006
20	17.100	29.352	3.557	1.781	13.544	27.572	2.606	3.317	5.624	11.233
30	17.100	29.352	4.754	3.579	12.347	25.773	2.513	3.249	6.311	8.382
40	17.100	29.352	5.651	3.609	11.450	25.743	2.438	3.248	7.079	11.083
50	17.100	29.352	12.678	3.848	4.422	25.505	1.487	3.239	3.944	12.995
60	17.100	29.352	16.658	4.406	0.442	24.947	-0.815	3.217	3.602	13.619

**Tabel 8** Hasil Persamaan Kinetika Adsorpsi (Logam Zn) pada Membran Silika dari Fly Ash Kelapa Sawit

t	q <sub>e</sub>		q <sub>t</sub>		q <sub>e</sub> -q <sub>t</sub>		Ln (q <sub>e</sub> -q <sub>t</sub> )		t/q <sub>t</sub>	
	4M	8M	4M	8M	4M	8M	4M	8M	4M	8M
10	4.235	1.823	0.306	2.172	3.929	-0.350	1.368	0.705	32.680	4.604
20	4.235	1.823	1.064	2.321	3.171	-0.498	1.154	0.608	18.806	8.619
30	4.235	1.823	1.148	2.349	3.087	-0.527	1.127	0.591	26.144	12.771
40	4.235	1.823	1.215	2.720	3.020	-0.897	1.105	0.408	32.922	14.709
50	4.235	1.823	1.592	2.738	2.643	-0.915	0.972	0.401	31.417	18.265
60	4.235	1.823	1.670	4.082	2.565	-2.259	0.942	0.104	35.939	14.700

**Tabel 9** Hasil Kinetika Adsorpsi Pada Membran Silika dari Fly Ash

Orde	Konsentrasi NaOH			
	4M		8M	
	Logam Cu	Logam Zn	Logam Cu	Logam Zn
1	0.0596	0.0077	0.0022	0.0109

## LAMPIRAN B PERHITUNGAN

### 1. Perhitungan Nilai Fluks

$$\begin{aligned} J &= \frac{V}{A \times t} \\ &= \frac{0.061}{0,009 \times 0,050} \\ &= 128,441 \text{ (L/m}^2\text{.jam)} \end{aligned}$$

Dimana :

- J = Fluks (L/m<sup>2</sup>.jam)
- V = Volume permeat (L)
- A = Luas permukaan membrane (m<sup>2</sup>)
- t = waktu (jam)

Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama, sehingga dapat dihitung nilai Fluks pada waktu 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 menit. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.2.

### 2. Perhitungan Rejeksi

$$\begin{aligned} R &= \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{1,746}{22,505}\right) \times 100\% \\ &= 92,242\% \end{aligned}$$

Dimana :

- R = Koefisien rejeksi (%)
- C<sub>p</sub> = Konsentrasi *permeat*
- C<sub>f</sub> = Konsentrasi *feed*

Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama, sehingga dapat dihitung nilai Fluks pada waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 menit. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.3.

### 3. Perhitungan Persamaan Langmuir

- $C_e$  = konsentrasi awal – konsentrasi pada t

$$C_e = 22,505 \text{ mg/L} - 1,746 \text{ mg/L}$$

$$C_e = 20,759$$

(untuk hasil keseluruhan perhitungan  $C_e$  dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5)

- $q_e = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi sisa}}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume}$

$$q_e = \frac{22,505 - 20,759}{0,5} \times 0,75$$

$$q_e = 2,619 \text{ mg/L}$$

(untuk hasil keseluruhan perhitungan  $C_e$  dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5)

$$q_e = \frac{q_m K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L q_m} + \frac{C_e}{q_m}$$

$$y = 0,6507x - 7,5299$$

- Slope =  $\frac{1}{q_m}$

$$-7,5299 = \frac{1}{q_m}$$

$$q_m = -0,133 \text{ mg/g}$$

- Intercept =  $\frac{1}{K_L q_m}$

$$0,6507 = \frac{1}{K_L q_m}$$

$$K_L = 11,572 \text{ L/mg}$$

$$q_e = \frac{-0,133 \times 11,572 \times C_e}{1 + 11,572 \times C_e}$$

Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama, sehingga dapat dihitung  $q_m$  dan  $K_L$  pada waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 menit. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5.

#### 4. Perhitungan Persamaan Freundlich

$$q_e = K_F C_e^{\frac{1}{n}}$$

$$\text{Log } q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e$$

$$y = -2,8931x + 4,3481$$

- Slope =  $\frac{1}{n}$

$$-2,8931 = \frac{1}{n}$$

$$n = -0,346 \text{ mg/g}$$

- Intercept =  $\log K_F$

$$4,3481 = \log K_F$$

$$10^{-4,3481} = \log K_F$$

$$K_F = 77,331 \text{ mg/L}$$

$$q_e = 77,331 \times C_e^{\frac{1}{-0,346}}$$

Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama, sehingga dapat dihitung  $q_m$  dan  $K_L$  pada waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60 menit. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5.

#### 5. Perhitungan Kinetika

##### Persamaan Pseudo Orde Satu

- $q_e = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi kesetimbangan}}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume}$

$$q_e = \frac{22,505 - 11,105}{0,5} \times 0,75$$

$$q_e = 17,100 \text{ mg/L}$$

(untuk hasil keseluruhan perhitungan  $C_e$  dapat dilihat pada tabel 4.6 dan 4.7)

- $qt = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi pada saat } t}{\text{massa adsorben}} \times \text{volume}$

$$qt = \frac{22,505 - 20,759}{0,5} \times 0,75$$

$$qe = 2,619 \text{ mg/L}$$

(untuk hasil keseluruhan perhitungan  $C_e$  dapat dilihat pada tabel 4.6 dan 4.7)

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t)$$

$$\text{Ln } (q_e - qt) = \text{Ln } q_e - kt$$

$$y = -0,0596 + 3,9043$$

$$\text{Dimana } y = \text{Ln } (q_e - qt)$$

$$- kt = -0,0596$$

$$k = 0,0596 \text{ menit}^{-1}$$

$$X = t$$

$$\text{Ln } q_e = 3,9043$$

$$q_e = 49,615 \text{ mg/gr}$$

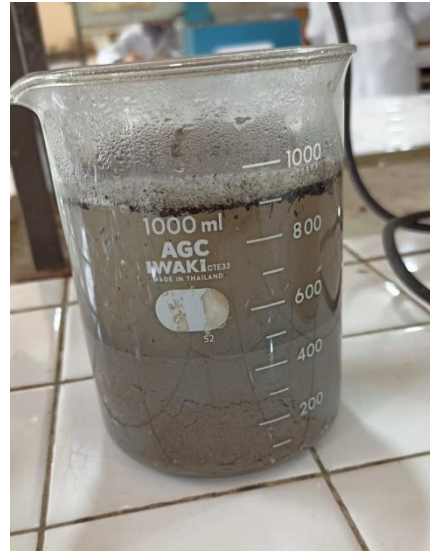
$$\frac{dq_t}{dt} = 0,0596 (49,615 - q_t)$$



## LAMPIRAN C DOKUMENTASI



**Gambar 1** Penambahan air panas



**Gambar 2** Proses perendaman fly ash



**Gambar 3** Penyaringan fly ash



**Gambar 4** mengoven selama 6 jam



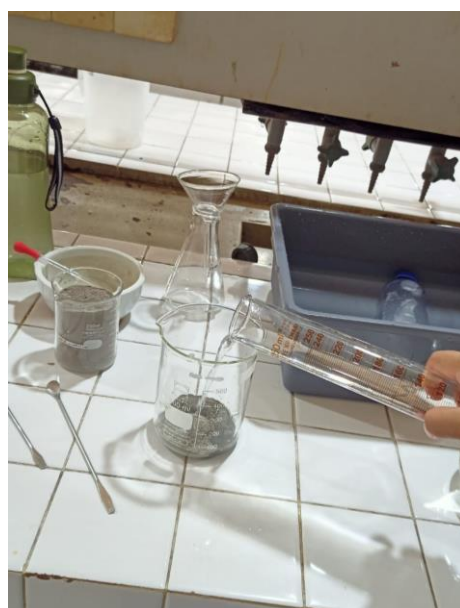
**Gambar 5** Menimbang NaOH



**Gambar 6** Pembuatan NaOH



**Gambar 7** Menimbang Fly Ash

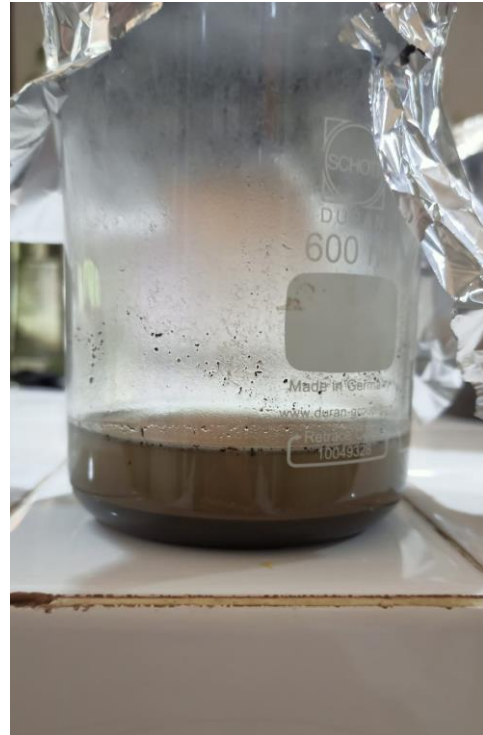


**Gambar 8** Menambahkan NaOH





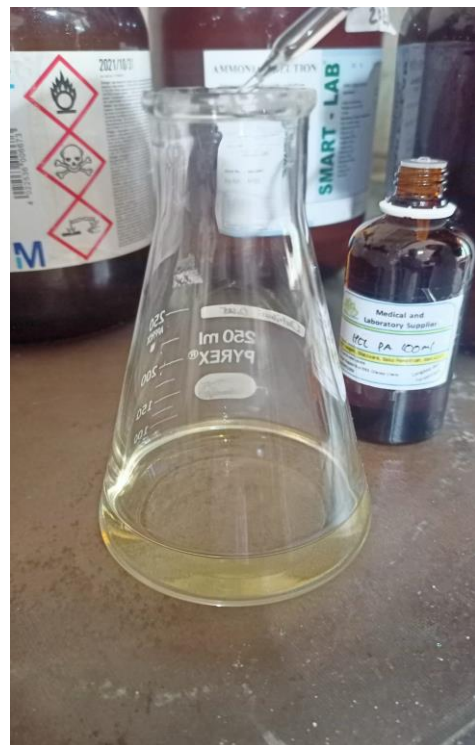
**Gambar 9** Memanaskan sampai mendidih



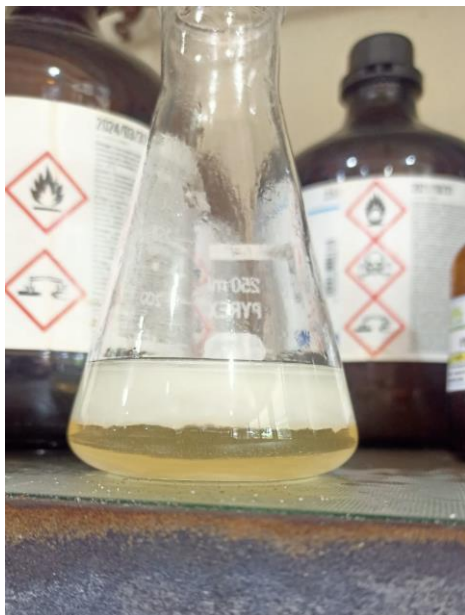
**Gambar 10** Mediamkan 90 menit



**Gambar 11** Menyaring sampel



**Gambar 12** Menambahkan HCL



**Gambar 13** Pwmbwntukan silika



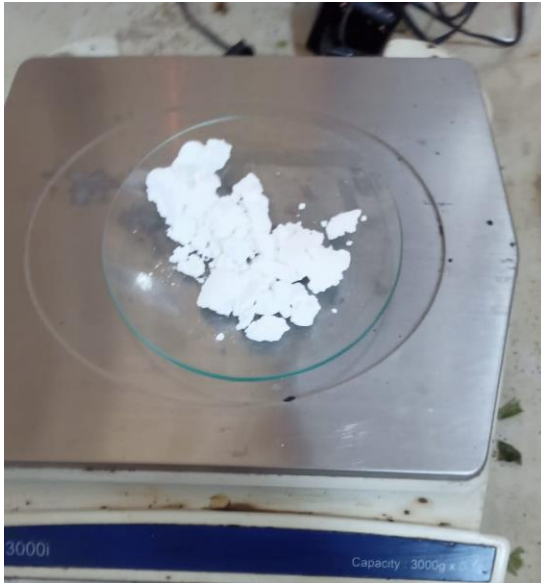
**Gambar 14** hasil pH



**Gambar 15** Menyaring Silika



**Gambar 16** Mengoven Silika



**Gambar 17** Silika



**Gambar 18** Menimbang PVA

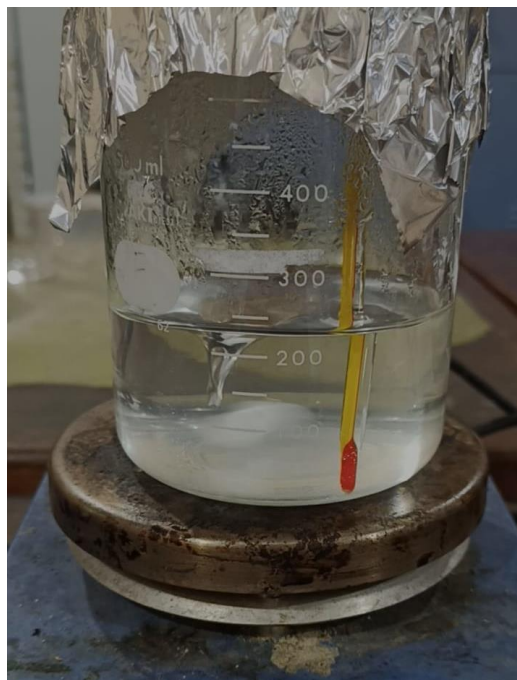


**Gambar 19** Menambahkan Larutan  $\text{HNO}_3$

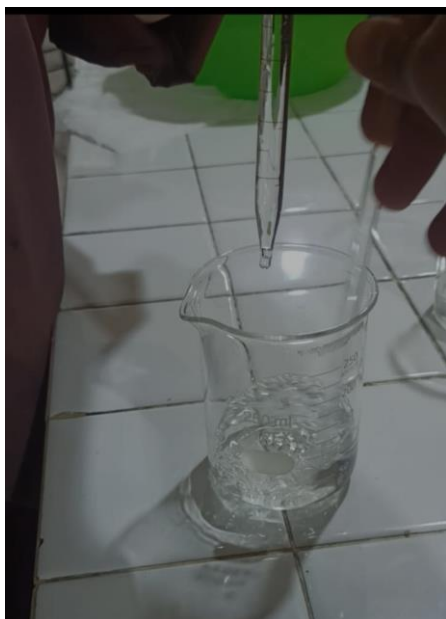


**Gambar 20** Menambahkan Aquades





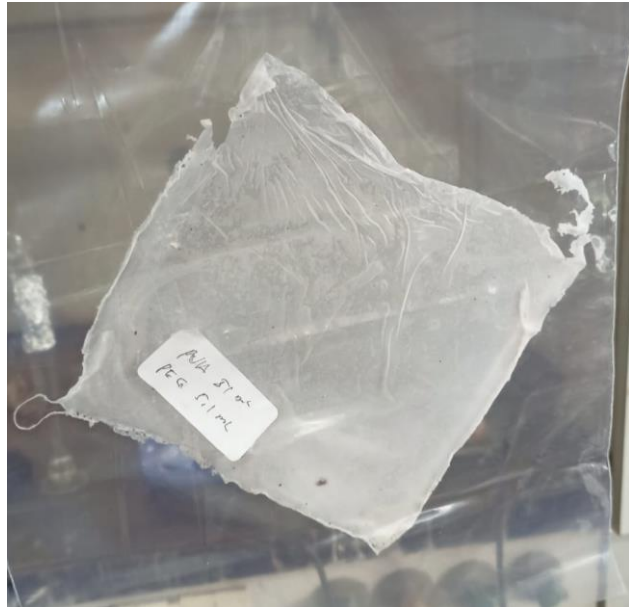
**Gambar 21** Memanaskan Campuran pada suhu 80°C



**Gambar 22** Mencampurkan PVA dan PEG      **Gambar 23** Menambahkan silika



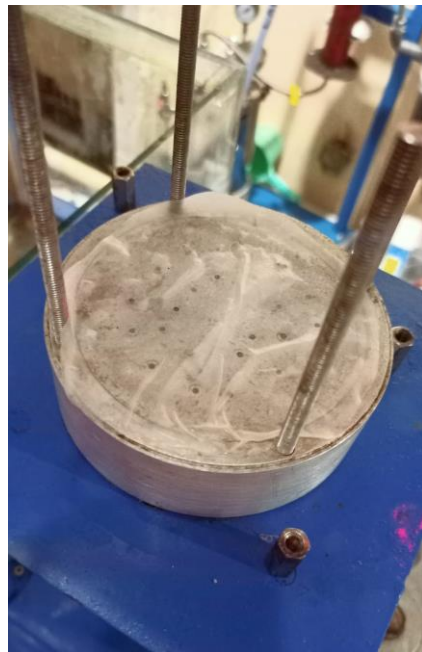
**Gambar 24** Mencetak Membran



**Gambar 25** Membran Silika



**Gambar 26** Memotong membran



**Gambar 27** Menempatkan membran



**Gambar 28** Pengaplikasian Membran