

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayundyahrini, M., Rusdhianto E. A. K., dan Gamayanti, N. 2013. Estimasi Dosis Aluminium Sulfat pada Proses Penjernihan Air Menggunakan Metode *Genetic Algorithm*. Departemen Teknik Elektro ITS: Surabaya.
- Gozan, Misri, dan Supramono, D. 2006. Pengelolaan Air untuk Utilitas Pabrik. Departemen Teknik Kimia FTUI: Depok.
- Hu, C., Huijuan, L., Jiuhui, Q., Dongsheng, W., dan Jia. R. et al. 2006. *Coagulation Behavior of Aluminium Salts in Eutrophic Water: Significance of  $Al_{13}$  Species and pH Control*. Beijing: Environ sci.
- Krevelen, D. W. V. 1993. *Coal: Typology Physics Chemistry Constitution, Third ed.* Elsevier Science, Amsterdam.
- Laskowsky, J. S. 2001. *Coal Flotation And Fine Coal Utilization*. Amsterdam: Elsevier Science
- Lin, J., Huang, C., Chin, C. M., dan Pan, J. R. 2009. *The origin of  $Al(OH)_3$ -rich and  $Al_{13}$ -aggregate flocs composition in PACl coagulation*. Taiwan.
- Nalco. 2006. Coagulation and Flocculation Technical Manual. Nalco Company.
- Parsons, S. A., dan Jefferson, B. 2006. *Introduction to potabel water treatment process*. Blackwell Publishing: UK.
- Qasim, S. R., Edward M. Motley, Guang Zhu. 2000. *Water Works Engineering Planning, Design and Operation*. Prentice Hall: USA.
- Sundstrom, D. W. dan Herbert E. K. 1979. *Wastewater Treatment*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- UNEP. 1999. *Land Use, Land-Use Change and Forestry*. IPCC Special Reports on Climate Change. Chapter 2. UNEP/GRID. Arendul.
- Wulan. 2008. Peningkatan Efisiensi Penggunaan Koagulan Pada Unit Pengelolaan Air Limbah Batubara, Depok.

# **LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A**  
**DATA HASIL *JAR TEST***

## Data Hasil *Jar test*

### A. *Jar test*

Tabel A Data hasil *Jar test*

Koagulan	Dosis (ppm)	<i>TSS</i> (mg/l)	TDS (mg/l)	Turbidity (NTU)	<i>pH</i>
<i>PAC</i>	0	477	538	954	6.5
	50	6	550	39	5.5
	100	4	561	26.6	5.5
	150	6	568	16.6	5.3
Alum	0	477	538	954	6.5
	50	23	550	100	5.9
	100	27	550	79.2	5.9
	150	28	550	96.4	5.8

### B. Standar Baku Mutu Limbah Cair Batubara

Tabel B Standar baku mutu limbah cair batubara berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
<i>pH</i>		6 - 9
Residu Tersuspensi	mg/l	200
Fe Total	mg/l	7
Mn Total	mg/l	4

**LAMPIRAN B**

**PERHITUNGAN ANALISIS  
INTERPOLASI KUADRATIK,  
INTERPOLASI LAGRANGE DAN  
REGRESI POLINOMIAL ORDE 3**

## Perhitungan Analisis Interpolasi Kuadratik, Interpolasi Lagrange, dan Regresi Polinomial Orde 3

### A. Analisis Interpolasi Kuadratik

1. Fungsi kuadratik dosis terhadap *TSS* pada alum

Diketahui:

$$f(x_0) = 477$$

$$f(x_1) = 28$$

$$f(x_2) = 23$$

$$x_0 = 0$$

$$x_1 = 50$$

$$x_2 = 150$$

Maka, konstanta  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

- a. Nilai  $b_0$

$$b_0 = f(x_0)$$

$$b_0 = 477$$

- b. Nilai  $b_1$

$$b_1 = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}$$

$$b_1 = \frac{28 - 477}{50 - 0} = (-8,98)$$

- c. Nilai  $b_2$

$$b_2 = \frac{(f(x_2) - f(x_1))/x_2 - x_1) - (f(x_1) - f(x_0))/x_1 - x_0}{x_2 - x_0}$$

$$b_2 = \frac{(27 - 28/150 - 50) - (28 - 477/50 - 0)}{100 - 0} = (0,0598)$$

Sehingga, fungsi kuadrat dosis alum terhadap *TSS* dapat diperoleh dengan mensubstitusi nilai  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  ke dalam rumus berikut:

$$f_2(x) = b_0 + b_1(x - x_0) + b_2(x - x_0)(x - x_1)$$

$$f_2(x) = 477 - 8,98(x - 0) + 0,0598(x - 0)(x - 50)$$

$$f_2(x) = 477 - 11,97x + 0,0598x^2$$

2. Fungsi kuadrat dosis terhadap *pH* pada alum

Diketahui:

$$f(x_0) = 6,5$$

$$f(x_1) = 5,9$$

$$f(x_2) = 5,9$$

$$x_0 = 0$$

$$x_1 = 50$$

$$x_2 = 100$$

Maka, konstanta  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

a. Nilai  $b_0$

$$b_0 = f(x_0)$$

$$b_0 = 6,5$$

b. Nilai  $b_1$

$$b_1 = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}$$

$$b_1 = \frac{5,9 - 6,5}{50 - 0} = (-0,18)$$

c. Nilai  $b_2$

$$b_2 = \frac{\left(\frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1}\right) - \left(\frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}\right)}{x_2 - x_0}$$

$$b_2 = \frac{\left(\frac{5,9 - 5,9}{100 - 50}\right) - \left(\frac{5,9 - 6,5}{50 - 0}\right)}{100 - 0} = 0.00012$$

Sehingga, fungsi kuadratik dosis alum terhadap *pH* dapat diperoleh dengan mensubstitusi nilai  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  ke dalam rumus berikut:

$$f_2(x) = b_0 + b_1(x - x_0) + b_2(x - x_0)(x - x_1)$$

$$f_2(x) = 6,5 - 0,012(x - 0) + 0,00012(x - 0)(x - 50)$$

$$f_2(x) = 6,5 - 0.018x + 0,00012x^2$$

3. Fungsi kuadratik dosis terhadap *TSS* pada *PAC*

Diketahui:

$$f(x_0) = 477$$

$$f(x_1) = 6$$

$$f(x_2) = 6$$

$$x_0 = 0$$

$$x_1 = 50$$

$$x_2 = 150$$

Maka, konstanta  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

a. Nilai  $b_0$

$$b_0 = f(x_0)$$

$$b_0 = 477$$

b. Nilai  $b_1$

$$b_1 = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}$$

$$b_1 = \frac{6 - 477}{50 - 0} = (-9,42)$$

c. Nilai  $b_2$



$$b_2 = \frac{(f(x_2) - f(x_1))/x_2 - x_1) - (f(x_1) - f(x_0))/x_1 - x_0}{x_2 - x_0}$$

$$b_2 = \frac{(6 - 6/150 - 50) - (6 - 477/50 - 0)}{100 - 0} = (0,0628)$$

Sehingga, fungsi kuadratik dosis *PAC* terhadap *TSS* dapat diperoleh dengan mensubstitusi nilai  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  ke dalam rumus berikut:

$$f_2(x) = b_0 + b_1(x - x_0) + b_2(x - x_0)(x - x_1)$$

$$f_2(x) = 477 - 9,42(x - 0) + 0,0628(x - 0)(x - 50)$$

$$f_2(x) = 477 - 12,56x + 0,0628x^2$$

4. Fungsi kuadratik dosis terhadap *pH* pada *PAC*

Diketahui:

$$f(x_0) = 6,5$$

$$f(x_1) = 5,5$$

$$f(x_2) = 5,5$$

$$x_0 = 0$$

$$x_1 = 50$$

$$x_2 = 100$$

Maka, konstanta  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

a. Nilai  $b_0$

$$b_0 = f(x_0)$$

$$b_0 = 6,5$$

b. Nilai  $b_1$

$$b_1 = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}$$

$$b_1 = \frac{5,5 - 6,5}{50 - 0} = (-0,02)$$

c. Nilai  $b_2$

$$b_2 = \frac{(f(x_2) - f(x_1))/x_2 - x_1) - (f(x_1) - f(x_0))/x_1 - x_0}{x_2 - x_0}$$

$$b_2 = \frac{(5,5 - 5,5/100 - 50) - (5,5 - 6,5/50 - 0)}{100 - 0} = (0.0002)$$

Sehingga, fungsi kuadrat dosis *PAC* terhadap *pH* dapat diperoleh dengan mensubstitusi nilai  $b_0$ ,  $b_1$ , dan  $b_2$  ke dalam rumus berikut:

$$f_2(x) = 6,5 - 0,02(x - 0) + 0,0002(x - 0)(x - 50)$$

$$f_2(x) = 6,5 - 0,03x + 0,0002x^2$$

## B. Analisis Interpolasi Lagrange

$$L_i = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

$$L_0 = \frac{x - 50}{0 - 50} \cdot \frac{x - 100}{0 - 100} \cdot \frac{x - 150}{0 - 150}$$

$$L_0 = 1 - 0.0367x + 0.0004x^2 - 0.0000013x^3$$

$$L_1 = \frac{x - 0}{50 - 0} \cdot \frac{x - 100}{50 - 100} \cdot \frac{x - 150}{50 - 150}$$

$$L_1 = 0 + 0.006x - 0.001x^2 - 0.000004x^3$$

$$L_2 = \frac{x - 0}{100 - 0} \cdot \frac{x - 50}{100 - 50} \cdot \frac{x - 150}{100 - 150}$$

$$L_2 = 0 - 0.03x + 0.0008x^2 - 0.000004x^3$$

$$L_3 = \frac{x - 0}{150 - 0} \cdot \frac{x - 50}{150 - 50} \cdot \frac{x - 100}{150 - 100}$$

$$L_3 = 0 + 0.0067x - 0.0002x^2 + 0.0000013x^3$$

1. Fungsi kuadrat dosis terhadap *TSS* pada alum

Diketahui:

$$y_0 = 477$$

$$y_1 = 28$$

$$y_2 = 23$$

$$y_3 = 27$$

Maka:

$$y = L_0 \cdot y_0 + L_1 \cdot y_1 + L_2 \cdot y_2 + L_3 \cdot y_3$$

$$y = 477 - 17.847x + 0.1758x^2 - 0.000565x^3$$

2. Fungsi kuadratik dosis terhadap  $pH$  pada alum

Diketahui:

$$y_0 = 6,5$$

$$y_1 = 5,9$$

$$y_2 = 5,9$$

$$y_3 = 5,8$$

Maka:

$$y = L_0 \cdot y_0 + L_1 \cdot y_1 + L_2 \cdot y_2 + L_3 \cdot y_3$$

$$y = 6,5 - 0,34129x + 0,00026x^2 - 9,1E - 07x^3$$

3. Fungsi kuadratik dosis terhadap  $TSS$  pada  $PAC$

Diketahui:

$$y_0 = 477$$

$$y_1 = 6$$

$$y_2 = 4$$

$$y_3 = 6$$

Maka:

$$y = L_0 \cdot y_0 + L_1 \cdot y_1 + L_2 \cdot y_2 + L_3 \cdot y_3$$

$$y = 477 - 17,5497x + 0,1868x^2 - 0,0006043x^3$$

4. Fungsi kuadratik dosis terhadap *pH* pada *PAC*

Diketahui:

$$y_0 = 6,5$$

$$y_1 = 5,5$$

$$y_2 = 5,5$$

$$y_3 = 5,3$$

Maka:

$$y = L_0 \cdot y_0 + L_1 \cdot y_1 + L_2 \cdot y_2 + L_3 \cdot y_3$$

$$y = 6,5 - 0,33504x + 0,00044x^2 - 0,00000156x^3$$

### C. Regresi Polinomial Orde 3

1. Fungsi kuadratik dosis terhadap *TSS* pada alum

Tabel C Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis terhadap *TSS* pada alum

xi	yi	xi <sup>2</sup>	xi <sup>3</sup>	xi <sup>4</sup>	xi <sup>5</sup>	xi <sup>6</sup>	xiyi	xi <sup>2</sup> yi	xi <sup>3</sup> yi
0	477	0	0	0	0	0	0	0	0
50	28	2500	125000	6250000	3.13E+08	1.56E+10	1400	70000	3500000
100	27	10000	1000000	1E+08	1E+10	1E+12	2700	270000	27000000
150	23	22500	3375000	5.06E+08	7.59E+10	1.14E+13	3450	517500	77625000
<b>300</b>	<b>555</b>	<b>35000</b>	<b>4500000</b>	<b>6.13E+08</b>	<b>8.63E+10</b>	<b>1.24E+13</b>	<b>7550</b>	<b>857500</b>	<b>1.08E+08</b>

Sehingga:

$$\begin{pmatrix} 4 & 300 & 35000 & 4500000 \\ 300 & 35000 & 4500000 & 6.13E+08 \\ 35000 & 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 \\ 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 & 1.24E+13 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 555 \\ 7550 \\ 857500 \\ 1.08E+08 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 4 & 300 & 35000 & 4500000 \\ 300 & 35000 & 4500000 & 6.13E+08 \\ 35000 & 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 \\ 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 & 1.24E+13 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 477 \\ -16.4667 \\ 0.1798 \\ -0.0006 \end{pmatrix}$$

Maka:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$$

$$y = 477 - 16,467x + 0,1798x^2 - 0,000601333x^3$$

2. Fungsi kuadratik dosis terhadap  $pH$  pada alum

Tabel D Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis terhadap  $pH$  pada alum

xi	yi	xi <sup>2</sup>	xi <sup>3</sup>	xi <sup>4</sup>	xi <sup>5</sup>	xi <sup>6</sup>	xixi	xi <sup>2</sup> yi	xi <sup>3</sup> yi
0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0
50	5.9	2500	125000	6250000	3.13E+08	1.56E+10	295	14750	737500
100	5.9	10000	1000000	1E+08	1E+10	1E+12	590	59000	5900000
150	5.8	22500	3375000	5.06E+08	7.59E+10	1.14E+13	870	130500	19575000
<b>300</b>	<b>24.1</b>	<b>35000</b>	<b>4500000</b>	<b>6.13E+08</b>	<b>8.63E+10</b>	<b>1.24E+13</b>	<b>1755</b>	<b>204250</b>	<b>26212500</b>

Sehingga:

$$\begin{pmatrix} 4 & 300 & 35000 & 4500000 \\ 300 & 35000 & 4500000 & 6.13E+08 \\ 35000 & 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 \\ 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 & 1.24E+13 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 24.1 \\ 1755 \\ 204250 \\ 26212500 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6.5 \\ -0.02267 \\ 0.00026 \\ -9.3E-07 \end{pmatrix}$$

Maka:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$$

$$y = 6,5 - 0,02267x + 0,00026x^2 - 9,3E - 07x^3$$

3. Fungsi kuadratik dosis terhadap  $TSS$  pada  $PAC$

Tabel E Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis terhadap  $TSS$  pada  $PAC$

xi	yi	xi <sup>2</sup>	xi <sup>3</sup>	xi <sup>4</sup>	xi <sup>5</sup>	xi <sup>6</sup>	xixi	xi <sup>2</sup> yi	xi <sup>3</sup> yi
0	477	0	0	0	0	0	0	0	0
50	6	2500	125000	6250000	3.13E+08	1.56E+10	300	15000	750000
100	4	10000	1000000	1E+08	1E+10	1E+12	400	40000	4000000
150	6	22500	3375000	5.06E+08	7.59E+10	1.14E+13	900	135000	20250000
<b>300</b>	<b>493</b>	<b>35000</b>	<b>4500000</b>	<b>6.13E+08</b>	<b>8.63E+10</b>	<b>1.24E+13</b>	<b>1600</b>	<b>190000</b>	<b>25000000</b>

Sehingga:

$$\begin{pmatrix} 4 & 300 & 35000 & 4500000 \\ 300 & 35000 & 4500000 & 6.13E+08 \\ 35000 & 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 \\ 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 & 1.24E+13 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 493 \\ 1600 \\ 190000 \\ 25000000 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} \left| \begin{array}{l} 477 \\ -17.21 \\ 0.1868 \\ -0.00062 \end{array} \right.$$

Maka:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$$

$$y = 477 - 17,21x + 0,1868x^2 - 0,00062x^3$$

4. Fungsi kuadratik dosis terhadap *pH* pada *PAC*

Tabel F Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis terhadap *pH* pada *PAC*

xi	yi	xi <sup>2</sup>	xi <sup>3</sup>	xi <sup>4</sup>	xi <sup>5</sup>	xi <sup>6</sup>	x <sub>i</sub> y <sub>i</sub>	xi <sup>2</sup> y <sub>i</sub>	xi <sup>3</sup> y <sub>i</sub>
0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0
50	5.5	2500	125000	6250000	3.13E+08	1.56E+10	275	13750	687500
100	5.5	10000	1000000	1E+08	1E+10	1E+12	550	55000	5500000
150	5.3	22500	3375000	5.06E+08	7.59E+10	1.14E+13	795	119250	17887500
<b>300</b>	<b>22.8</b>	<b>35000</b>	<b>4500000</b>	<b>6.13E+08</b>	<b>8.63E+10</b>	<b>1.24E+13</b>	<b>1620</b>	<b>188000</b>	<b>24075000</b>

Sehingga:

$$\begin{pmatrix} 4 & 300 & 35000 & 4500000 \\ 300 & 35000 & 4500000 & 6.13E+08 \\ 35000 & 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 \\ 4500000 & 6.13E+08 & 8.63E+10 & 1.24E+13 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} \left| \begin{array}{l} 22.8 \\ 1620 \\ 188000 \\ 24075000 \end{array} \right.$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} \left| \begin{array}{l} 6.5 \\ -0.038 \\ 0.00044 \\ -1.6E-06 \end{array} \right.$$

Maka:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$$

$$y = 6,5 - 0,038x + 0,00044x^2 - 1,6E - 06x^3$$






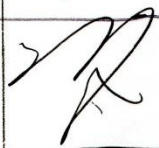

**LAMPIRAN C**  
**KARTU KONSULTASI**

Lampiran B 10

Kartu Konsultasi Tugas Akhir

**JUDUL:** Ophimasi Dosis Koagulan dalam Pengelolaan Limbah Cair Batubara Menggunakan Metode Jar test.

(Konsultasi minimal 8 kali)

TANGGAL	MATERI KONSULTASI	PARAF DOSEN
04-03-2022	<del>Optimasi Dosis Koagulan dalam Pengelolaan Limbah Cair Batubara Menggunakan Metode Jar Test.</del> - Inter Menggunakan Interpolasi Numerik - Cantumkan peta pada presentasi - perbaiki penyajian data pada presentasi	
28-03-2022	- Kelengkapan info (foto) pada presentasi (mengacu pada judul skripsi) - perbaiki format isi skripsi	
18-04-2022	- perbaiki format penulisan di BAB I	
20-04-2022	- perbaiki isi Bab III - perbaiki format penulisan BAB II - BAB V	
22-04-2022	- perbaiki redaksi kata pada judul	
03-05-2022	- perbaiki isi Poster - Perbaiki format Artikel	
19-05-2022	- perbaiki format Artikel	
20-05-2022	- perbaiki penulisan Abstrak pada Artikel	